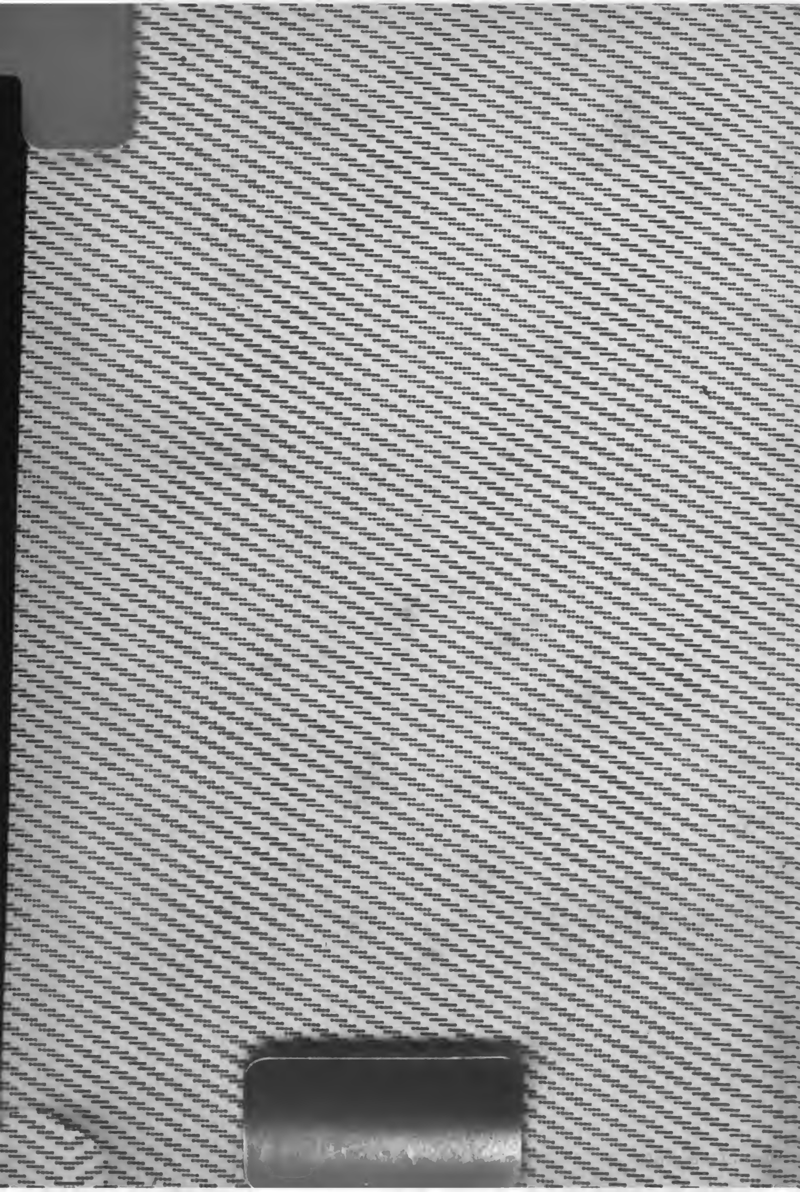


HÜTTENMANN · VADEMECUM FÜR DEN EISENHÜTTENMANN





VADEMECUM

FÜR DEN

PRAKTISCHEN EISENHÜTTENMANN.

VADEMECUM

FÜR DEN

PRAKTISCHEN EISENHÜTTENMANN.

Sammlung

von Regeln, Dimensionen, Formeln, Tabellen, Erfahrungen und Betriebs-Resultaten aus allen Zweigen des Eisenhüttenbetriebes.

Nach

den besten Hülfsmitteln zusammengestellt

von

DR. CARL HARTMANN,

Herzogl. Braunschweigschem Bergwerksobercommissar, Mitglied mehrerer gelehrten und Gewerbsgesellschaften.

LEIPZIG,

Verlag von Otto Spamer.

1855.



Vorwort.

Werke, wie das vorliegende, sind ein wahres Bedürfniss für den praktischen Geschäftsmann, da sie ihm den sehr wesentlichen Gewinn gewähren, zeitraubendes Nachschlagen und lange, oft schwierige Rechnungen zu ersparen, ihm die gestellten Fragen bald zu beantworten, so dass er seine Zeit auf wesentlichere Dinge verwenden kann.

Man hat dies erkannt, und namentlich für das Ingenieur- und Maschinenwesen mehrere tüchtige Hülfsbücher herausgegeben, von denen wir hier die wichtigeren nennen wollen:

Morin's Hülfsbuch des praktischen Mechanikers etc. A. d. Franz. von *Holtzmann.* Mit 60 Figuren. 3. Aufl. nach der 4. des Originals. Carlsruhe 1851.

Rössler, Sammlung technischer Hülfsmittel. 4 Bände. Darmstadt 1847—1849.

Redtenbacher, Resultate für den Maschinenbau. 2. Aufl. Mannheim 1852.

Weisbach, Der Ingenieur. 2. Ausg. Braunschweig 1850.

Holtzmann, Tafeln zur Erleichterung und Ersparung der auf Maschinenbau bezüglichen und ähnlichen Rechnungen. Pforzheim 1849.

Schöll, Führer für Maschinisten. 3. Aufl. Braunschweig 1852.

Alle diese Werke beziehen sich aber nur auf wenige Zweige der dem Eisenhüttenmann nothwendigen Hülfswissenschaften; über die verschiedenen Zweige des Eisenhüttenbetriebes besitzen wir Nichts, und diesem Mangel soll das vorliegende Werkchen abhelfen.

Es enthält alles Das zusammengestellt, was der Eisenhüttenmann bei seinen Anlagen, bei der Anschaffung der Materialien und bei den verschiedenen Betriebszweigen und Arbeiten fortwährend zur Hand haben muss und doch nicht im Kopfe haben kann.

Der Herausgeber hat nur sichere Quellen benutzt und sie überall angegeben, denn der ganze Plan des Werkes brachte es mit sich, nur ganz zuverlässige Erfahrungen zu sammeln und dieselben mit Kritik zusammenzustellen.

Möge das Werkchen seinen nützlichen Zweck erfüllen!

Leipzig, Ende October 1854.

Hartmann.

Inhaltsverzeichniss.

Seite

Erstes Capitel.

Die Eisenerze und deren Vorbereitung zum Schmelzprocesse.

Zweites Capitel.

Die Brennmaterialien.

Seite

Drittes Capitel.

Die Gebläse.

Viertes Capitel.

Die Construction der Hohöfen.

Fünftes Capitel.

Betrieb der Hohöfen.

Sechstes Capitel.

Die Eisengiesserei.

Siebentes Capitel.

Stabeisenfabrikation.

Achtes Capitel.

Die Stahlfabrikation.

Erstes Capitel.

Die Eisenerze und deren Vorbereitung zum Schmelzprocess.

Eisenerze.

1. *Magneteisenstein*, natürliches Oxydoxydul, $\dot{\mathrm{Fe}}\,\dddot{\mathrm{Fe}}$, kommt besonders auf Lagern im krystallinischen Schiefergebirge, mit Quarz, Kalk-, Schwer- und Flussspath, Hornblende, Feldspath, Granat, Chlorit begleitet, vor; gehört zu den besten Eisenerzen, wenn er nicht mit Schwefelkies vermengt ist; es wird daraus in Schweden und Russland das beste Eisen fabricirt. Eisengehalt im reinen Zustande 72,44, im Allgemeinen 70 bis 80 Proc.

2. *Eisenglanz und Rotheisenstein*, d. h. Eisenoxyd $\dddot{\mathrm{Fe}}$, jener krystallisirt, dieser derb; auf Gängen und Lagern. Eisengehalt rein 70, im Allgemeinen 35 bis 70 Proc. — Mit Thon vermengt *Thoneisenstein*.

3. *Brauneisenstein*, d. h. Eisenoxydhydrat, theils $\dddot{\mathrm{Fe}}\,\dot{\mathrm{H}}$, theils $\dddot{\mathrm{Fe}}^{2}\,\dot{\mathrm{H}}^{3}$, durch Oxydation und Aufnahme von Wasser meist aus kohlensaurem Eisenoxydul oder Schwefeleisen entstanden und dann am reinsten, oder lagerartig abgesetzt und mit Kalk, Thon und Quarzsand vermengt, wohin der *Gelbeisenstein* gehört. Die reinen Abänderungen enthalten 40 bis 55, die unreinen 30 bis 40 Proc. Eisen.

4. *Raseneisenstein (Wiesenerz, Sumpferz)*, eine sehr junge Bildung von Eisenoxydhydrat, stets phosphorsaures Eisenoxyd enthaltend und stets mit Quarzsand mehr oder weniger gemengt. Enthält 30 bis 40 Proc. Eisen.

5. *Spatheisenstein* ist das natürliche kohlensaure Eisenoxydul, $\dot{\mathrm{Fe}}\,\ddot{\mathrm{C}}$, in welchem aber stets ein Theil der Basis durch Manganoxydul vertreten wird. Findet sich auf Gängen mit anderen Erzen und bildet auch mächtige Lager, ganze Berge, wie in Steiermark, Kärnthen und Siegen. Häufig in Brauneisenstein verwandelt und dann *Braunerz* genannt, während der Spatheisenstein selbst *Weisserz* heisst. Eisengehalt 35 bis 45 Proc.

6. *Thoneisenstein*, auch *Sphärosiderit*, besteht aus der Substanz des Spatheisensteins, mit Thon und mit Eisenoxydhydrat vermengt. Findet sich im Steinkohlengebirge, so wie auch im Lias und enthält 30 bis 45 Proc. Eisen.

7. *Kohleneisenstein* (Blackband im Engl.), Spatheisensteinsubstanz mit Kohle vermengt und, wie der Thoneisenstein, im Steinkohlengebirge vorkommend. Eisengehalt 40 bis 45 Proc.

Beide bilden in Grossbritannien das überwiegende Material zur Eisenproduction.

8. *Eisensilicate* spielen eine mehr untergeordnete Rolle, wie z. B. die Bohnerze der Juraformation, die eisenreichen Chlorite, Granaten etc. Eisengehalt 15 bis 45 Proc.

Manche sehr eisenreiche Erze, wie Schwefel- und Magnetkies, Arsenikkies, Vivianit, Grüneisenstein etc., sind wegen der Schwefel-, Arsenik- und Phosphor-Verbindungen als Eisenerze nicht allein gar nicht zu benutzen, sondern sogar auch sehr unwillkommene Begleiter der erwähnten Eisenerze.

Das Probiren der Eisenerze.

Beim Probiren der Eisenerze auf trockenem Wege, d. h. im Tiegel, ist Folgendes zu berücksichtigen.

Sollen mehrere Eisenerze probirt werden, so muss man jedes einzeln der Probe unterwerfen, um die Beschaffenheit eines jeden kennen zu lernen und sichere Anhaltspunkte für ihre gegenseitige Vermengung, für die Gattirung zu erhalten, mit der man sonst zu lange auf gut Glück Versuche vorzunehmen sich genöthigt sehen könnte. In Beziehung auf ihr Schmelzverhalten, d. h. ihre Schlackenbildung, lassen sich die Eisenerze in vier Klassen theilen:

1. *Selbstschmelzende*, welche ohne alle Gattirung oder Beschickung, aus sich selbst, im Probirtiegel wie im Hohofen, eine gut geflossene Schlacke geben.

2. *Quarzige*, welche entweder reinen Quarz oder quarzreiche Bergarten vorwaltend enthalten und einen Zuschlag von Kalk erfordern, um eine gut geflossene Schlacke zu geben.

3. *Kalkige*, welche eine Beschickung mit Quarz oder quarzreichen Bergarten, wie Thon etc., erfordern.

4. *Talkige*, welche meist eine Beschickung von Kalk und von Quarz zugleich fordern, um eine gut geflossene Schlacke zu geben, indem die reinen Talkerde-Silicate für sich allein zu strengflüssig sind.

Wenn man im Zweifel ist, ob ein Erz zur 1., 2. oder 3. Klasse gehört, so ist es am besten, gleich mehrere Proben desselben Erzes mit verschiedenen Beschickungen vorzunehmen. Eine dieser Proben wird am besten ohne alle Beschickung, die andere wieder der Reihe nach mit 5, 10, 15 etc. Proc. Kalk und, wenn keine derselben schmelzen sollte, der Reihe nach mit 3, 5, 7 etc. Proc. Quarz beschickt. Sollte nun z. B. die ganz unbeschickte Probe schlecht, die mit 5 Proc. Kalk gut, die mit 10 Proc. Kalk aber gar nicht geschmolzen sein, so wird man dann noch

Proben dieses Erzes mit 2 und mit 3 Proc. Kalkzuschlag versuchen, um sich von der Menge desselben zu überzeugen. Es giebt Erze, die mehr als 100 Proc. Kalk, und andere, die mehr als 40 Proc. Quarz fordern, um geschmolzen werden zu können. — Das Weitere findet man in *Tunner's* Jahrbuch für den Innerösterr. Berg- und Hüttenmann, Jahrg. 1842, S. 96; in dessen Jahrbuch der Montan. Lehranstalt zu Leoben, Bd. III., S. 250; in *Bodemann's* Probirkunst.

Eisenerzproben auf dem nassen Wege giebt es mehrere. Die *Fuchs*'sche Methode besteht darin, das Erz in Königswasser aufzulösen, durch überschüssig zugesetzte Salzsäure und längeres Erhitzen alle Salpetersäure fortzuschaffen und die erhaltene Auflösung mit einem gewogenen blanken Stück Kupfer zu kochen. — Nach der Methode von *Marguerite* wird das Eisenerz in Salzsäure gelöst, zur Solution eine Auflösung von schweflichtsaurem Natron gesetzt, und darauf unter Beachtung gewisser Vorsichtsmassregeln gekocht, worauf man Eisenoxydul erhält. — *Schabus* wendet zweifach chromsaures Kali an, und es verdient dieses sehr einfache und sichere, in der Berg- und Hüttenm.-Zeit. 1852, No. 46 beschriebene Verfahren, überall eingeführt zu werden.

Die Aufbereitung der Eisenerze

besteht zuvörderst in der *Handscheidung* und *Klaubarbeit*, und wird mit Handhämmern von geübten Tagelöhnern vorgenommen; über die Kosten lässt sich nichts Allgemeines sagen.

Die *Zerkleinerung* geschieht mit Handhämmern, oder mittelst Schwanz- oder Aufwerfhämmern, oder mittelst Quetschwalzen, die horizontal neben einander liegen, oder endlich durch Pochwerk. Es sind zum Betriebe dieser Maschinen 10 bis 16 Pferdekräfte erforderlich. Alle diese Maschinen werden entweder zur Zerkleinerung des rohen Erzes, gewöhnlich aber des gerösteten angewendet.

Die *Läuter- und Wascharbeit* geschieht in Bächen, oder an den Ufern von Strömen in besonderen, aus Bohlen oder Steinen bestehenden Waschtrögen, mittelst eiserner Krücken. Auf den belgischen Hütten kauft man gewöhnlich schon auf den Gruben gewaschene Erze. Die rohen Erze erleiden dabei einen Verlust von 45 Proc., und 1 Ctr = 50 Kilogr. veranlasst etwa $3^1/_4$ Sgr. an Kosten. 1 Kubikfuss gewaschenes Erz wiegt durchschnittlich 80 Pfd. Auf der Hütte wird das Läutern oft wiederholt; es erfolgt davon ein Abgang von 10 Proc., und die Kosten für 1 Ctr. betragen $3^3/_4$ Sgr.

In Frankreich wendet man hin und wieder mit mechanischen Rührern versehene Waschwerke an, welche in 20 Arbeitsstunden 41 Kubikmeter gewaschenes Erz liefern, wozu 120 bis 140 Kubikmeter rohes Erz erforderlich sind

Im Siegenschen und Nassauischen wendet man auch *Läutertrommeln* zum Waschen der Eisenerze an. (*Karsten's* Eisenhüttenkunde, Bd. 2, S. 171.)

Das Abliegen der Erze.

Das Verwittern oder Abliegen ist bei kiesigen Erzen, z. B. Magneteisenstein, unerlässlich und muss, wenn es Erfolg haben soll, mehrere Jahre fortgesetzt werden. Man muss die Haufen wenden. Brauneisenstein, Thon- und Kohleneisenstein, so wie Spatheisenstein verwittern leichter. Bis zum gänzlichen Zerfallen der Erze darf die Verwitterung nicht getrieben werden.

Das Rösten der Eisenerze.

Die Röstung wird entweder in Haufen, oder in Stadeln, oder in Oefen von sehr verschiedener Construction vorgenommen. Bei einer Vergleichung der verschiedenen Röstmethoden hinsichtlich ihrer nützlichen Leistungen hat man sowohl auf den dabei stattfindenden *Brennmaterial-Verbrauch*, als auf den *erreichten Grad der Oxydation* Rücksicht zu nehmen. In Bezug auf Brennmaterial-Verbrauch ist die Röstung in freien Haufen die am wenigsten vortheilhafte, ausgenommen beim Kohleneisenstein. In Schottland stürzt man ihn auf den Gruben in ungeheuren Haufen, von etwa 1000 Tons, auf, und es erfolgt die Röstung durch seinen eigenen Bitumen- und Kohlegehalt. Der Eisengehalt concentrirt sich dadurch auf 45, 50, sogar bis auf 60 und 65 Proc. Zum Abrösten eines solchen Haufens sind 2 bis 3 Monate erforderlich, je nachdem die Witterung weniger oder mehr nass und windig ist; Wasser und Kohlensäure werden dadurch aus dem Kohleneisenstein entfernt. Etwas günstiger stellt sich das Verhältniss bei der Stadelröstung, am günstigsten bei der Ofenröstung.

Nach den in Schweden erlangten Erfahrungen verhält sich das zur Haufenröstung nöthige Brennmaterialquantum zu dem bei der Ofenröstung erforderlichen, unter sonst gleichen Umständen, etwa wie 17:11. Bei den Flammröstöfen dürfte verhältnissmässig etwas mehr Brennmaterial verbraucht werden, als bei den Oefen, in denen Brennmaterial und Erz schichtweise angewendet werden. In Betreff des zweiten Punktes aber, nämlich der zur Zerlegung der Schwefelmetalle unerlässlichen oxydirenden Wirkung des Röstprocesses, ergeben sich die letztgenannten Oefen offenbar als die mangelhaftesten Vorrichtungen, welche selbst den freien Haufen und Stadeln nachstehen, denn der in diesen Oefen aufsteigende heisse Gasstrom wird eher von reducirender als von oxydirender Wirkung sein. Die Flammröstöfen stellen sich als die vortheilhaftesten Vorrichtungen zur Röstung der Eisenerze dar; bei schwefelkieshaltigen Erzen sind Röstöfen mit einem Dampfstrom, wie sie in Finnland zum Rösten des Magneteisensteins angewendet werden und wie sie in *Scheerer's* Metallurgie, Bd. II, S. 77 beschrieben worden sind, die zweckmässigsten.

In *Oberschlesien* hat man *bei der Eisensteinsröstung folgende Erfahrungsresultate* erlangt: Zu Malapane und Creutzburg: 1 Tonne roher Babkowsker Eisenstein hat beim Rösten einen Gewichtsverlust von 1 Ctr. 86 Pfd., 100 Pfd. 25 Pfd. erlitten. — 1 Tonne

Stroyetzer Eisenstein hat verloren 1 Ctr. 32 Pfd., 100 Pfd., 17,11 Pfd. — 1 Tonne Lipitzer Eisenstein verliert 1 Ctr. 27 Pfd., 100 Pfd. 18,9 Pfd. — Der Gewichtsabgang beim Rösten der Creutzburger Erze beträgt 15 Proc., oder auf den Centner $16^1/_2$ Pfd. — 1 Tonne Dammratscher Eisenstein hat einen Gewichtsverlust von 1 Ctr. 65 Pfd., 100 Pfd. $25\,^3/_{10}$ Pfd. — 1 Tonne Paulsdorfer Eisenstein hat einen Gewichtsabgang von 2 Ctr. 20 Pfd. — An Röstholz wurden auf die Tonne Eisenstein verbraucht 2 bis $2\,^7/_{10}$ Kubikfuss, an Holzkohlen 1 bis $2\,^3/_{10}$ Kubikfuss. — Die Röster- und Klopferlöhne betragen für eine Tonne Eisenstein 1 Sgr. u. 13 Pfennige.

Zu Gleiwitz und Königshütte haben 100 Pfd. roher Eisenstein einen Gewichtsabgang beim Rösten von 28,57 Pfd, 1 Tonne von 2 Ctr. 4 Pfd. gehabt. — 100 Pfd. Eisenstein erforderten zur Röstung 0,13 Kubikfuss kleine Steinkohlen; 1 Tonne daher 1,05 Kubikfuss.

Am Steyermärkschen Erzberge, wo die Röstung der Spatheisensteine und Braunerze in Schachtöfen ununterbrochen und sehr im Grossen betrieben wird, erlangte man folgende Resultate: 6 bis 7 Proc. Austrocknungs- und 18,5 Proc. Röstungsabgang, ersterer durch langes Liegen auf der Halde. Zu 1 Wiener Ctr. Erz waren 0,86 Kubikf. schlechte tannene Kohlen erforderlich, und die Kosten betrugen etwa 8 Pfennige.

Auf den französischen Koakshütten nimmt man an, dass in einem Röstofen in 24 Stunden 300 bis 400 Ctr. Erze geröstet werden können, und dass zu 1 Ctr. $4^1/_2$ bis $5^1/_2$ Pfd. Steinkohlen erforderlich seien.

Zu Seraing in Belgien kann man in zwei Oefen in 24 Stunden 400 Ctr. Erz rösten, und sind dazu erforderlich 144 Kubikf. Nusskohlen und 144 Kubikf. Koaksgruss; die Kosten betragen 7 Sgr.

In einem durch Gichtgase der Holzkohlenhohöfen gefeuerten Röstofen wurden in Schweden (*Tunner's* Jahrb. 1852, S. 203 etc.) in 24 Stunden 250 Ctr. dichter Magneteisenstein und Eisenglanz geröstet. Man kann von dem auf diese Weise sehr gleichartig abgerösteten Erz 5 Proc. mehr auf eine Kohlengicht setzen.

Auf der Coltness-Hütte in Schottland werden die Erze mit den Gasen der mit Steinkohlen betriebenen Hohöfen geröstet, und es wurden dadurch auf jeden Ctr. Roheisen, gegen die frühere Röstmethode, an Selbstkosten $1^1/_2$ Sgr. erspart.

Beschickung und Zuschläge.

Die Beschickung besteht in der Vermengung der Erze unter einander und mit Zuschlägen, nach gewissen Verhältnissen, um eine möglichst wohlfeile Reduction und Schmelzbarkeit der ersteren zu bewirken. — Der Eisengehalt der gewöhnlich angewendeten Eisenerze beträgt, wie wir sahen, 25 bis 70 Proc.; beim Schmelzprocess ist aber stets eine gewisse Menge erdiger Substanzen erforderlich, um das Roheisen gegen die Einwirkung des Windstromes zu schützen und den Erfolg des Hohofenprocesses zu

sichern. Reiche Erze müssen daher mit Zuschlägen beschickt werden, besser aber noch mit ärmeren Erzen, die eine hinlängliche Menge von erdigen Gemengtheilen enthalten.

Reiche Erze, wie Magneteisenstein, Eisenglanz, rother und brauner Glaskopf und einige reine Kieseleisensteine, sind gewöhnlich *strengflüssig* und können daher nicht für sich allein verschmolzen werden; nur bei Spatheisensteinen, Braunerzen, Thon- und Kohleneisensteinen ist dies möglich, da sie und ihre erdigen Begleiter leichtflüssig sind, und weil besonders der Manganoxyd-Gehalt der ersteren ein kräftiges Flussmittel ist. Bohnerze haben eine mittlere Schmelzbarkeit. — Die Bildung der Beschickungen oder der Verbindungen der zu einem guten Ofengange geeignetsten Substanzen hat in der Praxis grosse Schwierigkeiten. Man muss nicht allein die Bestandtheile der zu verhüttenden Erze, so wie die aus ihrer Beschickung hervorgehenden Rückwirkungen, genau kennen, sondern auch die Grösse der zu erreichenden Production und die Productionskosten berücksichtigen. Günstige Beschickungen können offenbar nur nach wiederholten Versuchen aufgefunden werden, allein allgemeine Regeln lassen sich darüber nicht aufstellen. Wir kommen auf diesen Gegenstand weiter unten beim Hohofenbetriebe, als einen wichtigen Theil desselben, zurück.

Zweites Capitel.

Die Brennmaterialien.

Der Eisenhüttenmann bedarf zu seinen Röst-, Schmelz-, Schweiss- und Glühoperationen Brennmaterialien, die dreifach verschiedener Art sind, nämlich:

1. *Rohe Brennstoffe,* d. h. Holz, Anthracit, Steinkohle, Braunkohle und Torf, sämmtlich Verbindungen organischer Natur von Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, und zuweilen auch Stickstoff.

2. *Kohlen,* d. h. die aus den rohen Brennstoffen durch Verkohlung gewonnene, mehr oder minder reine Kohle, welche demnach Holzkohle, Koak, Torfkohle u. s. w. sein kann.

3. *Gase,* d. h. die durch trockene Destillation oder beschränkte Verbrennung aus den festen Brennstoffen erzeugten brennbaren Gase, deren wirksame Gemengtheile insbesondere Kohlenoxydgas, mehrere Kohlen-Wasserstoffe und reines Wasserstoffgas sind.

Die *Heizkraft* eines Brennmaterials wird durch die bei seiner Verbrennung entwickelte Wärmemenge und die zu seiner Verbrennung erforderliche Zeit bestimmt: Heizkraft und Preis bestimmen den *Brennwerth.*

Die *absolute Heizkraft* ist diejenige Wärmemenge, welche ein gegebenes Gewicht des Brennstoffs bei seiner vollständigen Verbrennung liefert. Da sich aber die Wärmemenge nicht direct bestimmen lässt, so untersucht man, wieviel Wasser durch Verbrennung gleicher Gewichtsmengen um gleiche Grösse, z. B. von 0 bis 100° C., erhitzt wird, oder um wieviel gleiche Wärmemengen dadurch erwärmt werden. Nach den darüber angestellten Versuchen erhitzt 1 Pfund nachstehender Brennmaterialien folgende Wassermengen von 0 auf 100°:

Lufttrockenes Holz (20 Proc. Wasser enthaltend)	27	Pfd. Wasser.
Getrocknetes Holz	36	„
Torf (je nach seiner Qualität)	25—30	„
Steinkohle	60	„
Alkohol	67	„
Holzkohle	75	„
Reiner Kohlenstoff	78	„
Fett oder Oel	90—95	„
Wasserstoffgas	350	„

Wird demnach die absolute Heizkraft des reinen Kohlenstoffs = 1 gesetzt, so ist die von

lufttrockenem Holz	= 0,35,
getrocknetem Holz	= 0,46,
Torf	= 0,33 — 0,38,
Steinkohle . . .	= 0,77,
Holzkohle . . .	= 0,96,
Wasserstoffgas .	= 4,5.

Die absolute Heizkraft des Wasserstoffs ist folglich $4\frac{1}{2}$ *Mal so gross, wie die des Kohlenstoffs.*

Da 12,5 Th. Wasserstoff zur Verbrennung 100 Th. Sauerstoff bedürfen, und 75 Th. Kohlenstoff, um Kohlensäure zu bilden, 200 Th. Sauerstoff aufnehmen, so erfordert

1 Th. Wasserstoff 8 Th. Sauerstoff,
1 „ Kohlenstoff $2\frac{2}{3}$ „

oder der Wasserstoff bedarf drei Mal so viel Sauerstoff zum Verbrennen, als der Kohlenstoff.

Hiernach ist es leicht, die für die Praxis wichtige Frage zu beantworten, wieviel Sauerstoff (oder Luft) eine gegebene Menge irgend eines Brennmaterials verzehrt. Denn wenn dasselbe Sauerstoff enthält, so kommt er mit in Rechnung.

1 Pfd. reiner Kohlenstoff bedarf $2\frac{2}{3}$ Pfd. Sauerstoff. Da nun die atmosphärische Luft 23 Proc. (dem Gewichte nach) Sauerstoff enthält, so werden 11,6 Pfd. Luft erforderlich sein.

Enthält die *Holzkohle* (ausser kleinen Mengen Wasserstoff und Sauerstoff, die hier nicht in Betrachtung gezogen werden) 12 Proc. Wasser- und Aschenbestandtheile, mithin nur 88 Proc. reinen Kohlenstoff, so braucht 1 Pfd. = 0,88 Pfd. Kohlenstoff, 2,34 Pfd. Sauerstoff = 10,17 Pfd. Luft zum Verbrennen.

Enthält lufttrockenes *Tannenholz* 18 Procent Wasser- und

Aschenbestandtheile, und besteht die eigentliche Holzfaser aus 50 Proc. Kohlenstoff, 6,5 Proc. Wasserstoff und 43,5 Proc. Sauerstoff, so repräsentiren 100 Pfd. dieses Holzes 41 Pfd. Kohlenstoff, 5,33 Pfd. Wasserstoff und 35,67 Pfd. Sauerstoff.

41 Pfd. Kohlenstoff	=	109,33	Pfd. Sauerstoff,
5,33 ,, Wasserstoff	=	42,64	,, ,,
	Sa.	151,97	Pfd. Sauerstoff.

100 Pfd. eines solchen Holzes bedürfen mithin 151,97 Pfd. Sauerstoff zum Verbrennen. Da sie nun 35,67 Pfd. von letzterem enthalten, so brauchen nur 116,3 Pfd. von aussen hinzuzutreten, welche in 506 Pfd. Luft enthalten sind.

Um zu erfahren, wie gross das zur Verbrennung nöthige *Luftvolum* sei, genügt es zu wissen, dass 1 Kubikfuss trockener Luft bei 0° und mittlerem Barometerstand 0,007 Pfd. wiegt, und dass 1 Kubikfuss Luft von 0° = 1,056 Kubikfuss von 15° ist. Hiernach muss 1 Pfd. Luft von 15° = 151 Kubikfuss sein.

Um die Heizkraft der wesentlich aus Kohlenstoff bestehenden Brennmaterialien auf eine für die Praxis annähernd richtige Weise zu bestimmen, kann man die zur Verbrennung gleicher Gewichtsmengen nöthige Sauerstoffmenge indirect dadurch ermitteln, dass man sie mit einem Ueberschuss von Bleiglätte glüht, und die Menge des dadurch reducirten Bleies bestimmt, wobei man folgende Rechnung anwendet: 1 Th. Kohlenstoff verbindet sich mit $2^2/_3$ Th. Sauerstoff zu Kohlensäure. Das Bleioxyd enthält auf $2^2/_3$ Th. Sauerstoff 34,52 Th. Blei; es werden daher für jeden Theil Kohlenstoff, welcher auf Kosten von Bleioxyd verbrennt, 34,52 Th. Blei reducirt.

Mit *specifischer Heizkraft* bezeichnet man die Wärmemenge, welche *gleiche Volume* der verschiedenen Brennmaterialien liefern. Sie ist das Product ihrer absoluten Heizkraft und ihres specifischen Gewichts. Setzt man die specifische Heizkraft des reinen Kohlenstoffs oder Diamants, dessen specifisches Gewicht 3,5 = 1, so ist die von

			Spec. Gew.
lufttrockenem Holz	=	0,049	0,5,
getrocknetem ,,	=	0,0526	0,4,
Holzkohle . .	=	0,049	0,18,
Steinkohle . .	=	0,33	1,5,
Wasserstoffgas .	=	0,000077	0,00009.

Für hüttenmännische Zwecke ist es von grosser Wichtigkeit, die *Verbrennungstemperatur* der verschiedenen Brennstoffe zu kennen, welches man durch folgende Rechnung bewirkt: Die Producte der Verbrennung nehmen sämmtliche entwickelte Wärme auf. Hat man also, um die absolute Heizkraft zu bestimmen, die gesammte Wärmemenge einem gewissen Quantum Wasser zugeführt, so darf man nur die *specifische Wärme* der Verbrennungsproducte in die Rechnung einführen.

Verbrennungstemperatur des reinen Kohlenstoffs in reinem Sauerstoffgas. Dies ist der einfachste Fall.

1 Th. Kohlenstoff verbindet sich mit $2^2/_3$ Th. Sauerstoff zu $3^2/_3$ Th. Kohlensäure. 1 Th. Kohlenstoff erhitzt 78 Th. Wasser von 0° zum Kochen. Wenn also auf Kosten von $2^2/_3$ Th. Sauerstoff Kohlenstoff verbrennt, so werden dadurch 78 Th. Wasser zum Kochen erhitzt, was für 1 Th. Sauerstoff $\frac{78}{2^2/_3} = 29^1/_4$ Th., oder in runder Zahl 30 Th. Wasser ausmacht, oder, was dasselbe ist, 3000 Th. Wasser werden dadurch um 1° erwärmt.

Beim Verbrennen von 1 Th. Kohlenstoff werden mithin $2^2/_3 \,.\, 3000 = 8000$ Th. Wasser um 1° erwärmt, oder 1 Th. Wasser um 8000°, oder $3^2/_3$ Th. Wasser um $\frac{8000}{3^2/_3} = 2186°$.

Wäre die specifische Wärme der Kohlensäure gleich der des Wassers, so würden auch die bei der Verbrennung von 1 Th. Kohlenstoff entstehenden $3^2/_3$ Th. Kohlensäure um 2186° erhitzt werden. Sie ist aber nur = 0,221 und deshalb wird diese Quantität Kohlensäure um $\frac{2186}{0{,}221}$ Grade, d. h. um 9873° erhitzt werden. Dies ist mithin die Verbrennungstemperatur des reinen Kohlenstoffs in Sauerstoffgas.

Die hier für den Kohlenstoff gegebene Deduction ist auch für jeden andern einfachen brennbaren Körper anwendbar, und es ist daher ganz allgemein, die Verbrennungstemperatur eines einfachen Körpers in Sauerstoff gleich seiner in Temperaturgraden ausgedrückten Heizkraft, dividirt durch das Product aus dem Gewicht seines Verbrennungsproducts und dessen specifischer Wärme, zu setzen.

Für den *Wasserstoff* findet man auf diese Art die Verbrennungstemperatur $= \frac{35000}{9.0{,}847} = 4591°$. Die Verbrennungstemperatur des Wasserstoffs ist also geringer als die des Kohlenstoffs, und beide verhalten sich etwa = 1 : 2,15. Alle wasserstoffhaltigen Brennmaterialien geben deshalb eine geringere Verbrennungstemperatur als die wasserstofffreien.

Für *zusammengesetzte* Brennmaterialien ergiebt sich die Verbrennungstemperatur, wenn in obigem Ausdrucke die Division geschieht, durch die Summe der Producte aus den Mengen der einzelnen Verbrennungsproducte und ihren specifischen Wärmen. Nun erfolgt aber die Verbrennung gewöhnlich in atmosphärischer Luft und nicht, wie bisher angenommen, in reinem Sauerstoff. Es muss daher die Verbrennungstemperatur niedriger sein, da das Stickgas einen Theil der entwickelten Wärme aufnimmt. Man muss daher, um die Rechnung ausführen zu können, die Quantität des abgeschiedenen Stickstoffs, so wie die mittlere Temperatur kennen, welche durch Mischung desselben mit dem Verbrennungsproducte entsteht.

Da die Luft 23 Proc. Sauerstoff und 77 Proc. Stickstoff enthält,

so stehen beide Gase in dem Verhältnisse von $1 : 3^1/_3$. Wenn 1 Th. Kohlenstoff $2^2/_3$ Th. Sauerstoff erfordert, so werden mithin $2^2/_3 \cdot 3^1/_3 = 8^8/_9$ Th. Stickstoff aus der Luft abgeschieden, und diese vermischen sich mit den entstandenen $3^2/_3$ Th. Kohlensäure. Diese letzteren würden in reinem Sauerstoffgase die Temperatur von 9873° angenommen haben. Setzt man nun die ursprüngliche Lufttemperatur, der Einfachheit wegen, = 0°, und ist die specifische Wärme des Stickgases = 0,2754, so ist die entstehende Temperatur

$$\frac{3^2/_3 \cdot 9873 \cdot 0{,}221 + 8^8/_9 \cdot 0{,}2754}{3^2/_3 \cdot 0{,}221 + 8^8/_9 \cdot 0{,}2754} = 2458^{\circ}.$$

Es ist daher die Verbrennungstemperatur des Kohlenstoffs in Sauerstoff vier Mal grösser, als die in atmosphärischer Luft.

Eine merkwürdige Erscheinung bietet das *Kohlenoxydgas* dar, welches dadurch entsteht, dass Kohlensäure noch ebenso viel Kohlenstoff aufnimmt, als sie schon enthält. Seine Verbrennungstemperatur in atmosphärischer Luft ist = 2828°, mithin höher als die des Kohlenstoffs selbst. 1 Th. Kohlenstoff verbindet sich mit $1^1/_3$ Th. Sauerstoff zu $2^1/_3$ Th. Kohlenoxyd, dessen specifische Wärme = 0,288 ist. Hieraus kann man berechnen, dass beim Verbrennen von 1 Th. Kohlenstoff zu Kohlenoxyd eine Temperatur von nur 1310° erzeugt wird. Da nun z. B. beim Eisenhohofenprocess sich eine grosse Menge Kohlensäure in Kohlenoxydgas verwandelt, welches gleiche Temperatur mit dem direct entstandenen haben muss, so wird an der Stelle des Ofenschachts, wo jene Umwandlung erfolgt, ein *Sinken* der Temperatur von 2458° auf 1310°, d. h. um 1148° stattfinden. — Die Verbrennungstemperatur brennbarer Gase, sowohl derer, die sich aus der Hohofengicht, als die sich aus Generatoren entwickeln, beträgt 1600 bis 1900°.

Holz

besteht im Wesentlichen aus der eigentlichen *Holzfaser*, einer veränderlichen Menge Wassers und einer sehr kleinen Menge Saftbestandtheile. Die bei allen Holzarten gleiche Holzfaser, enthält 50 Proc. Kohlenstoff, 6 Proc. Wasserstoff und 40 Proc. Sauerstoff.

Der Wassergehalt des Holzes ist sehr bedeutend; frisch gefälltes Holz enthält 18 bis 50 Proc., lufttrockenes allerdings weniger, doch verändert sich die Quantität je nach dem Feuchtigkeitszustande der Luft und nach der Dauer der Aufbewahrung, beträgt aber im Durchschnitt 18 bis 20 Proc. Erst durch anhaltendes Trocknen bei 120° lässt sich dieses hygroskopische Wasser fortschaffen. Die geringere Wirksamkeit des nassen Holzes beruht theils auf seinem geringern Gehalte an wirklicher Holzsubstanz, theils darauf, dass das verdampfende Wasser eine gewisse Wärmemenge bindet.

Die Menge der bei der Verbrennung des Holzes zurückbleibenden *Asche* beträgt bei lufttrockenem Holze im Durchschnitt

1 Procent; sie ist in den Aesten und Zweigen grösser als im Stamme.

Bei aufgeklaftertem oder in Bänken aufgestelltem Holze müssen die leeren Zwischenräume wohl berücksichtigt werden. Bei gut aufgeschichtetem Scheitholze betragen sie mindestens $^1/_5$; bei einer Klafter von 100 Kubikfuss Scheitholz daher 20 Kubikfuss, so dass es 80 Kubikfuss feste Holzmasse enthält, was aber nur bei sehr geraden Scheiten und sorgfältiger Schichtung der Fall ist. Nach sehr vielen Versuchen, welche von der Grossherzoglich Hessischen Oberforst-Direction angestellt worden sind, kann man im Durchschnitt annehmen, dass nach Abzug der leeren Zwischenräume die Klafter von 100 Kubikfuss *Scheitholz* nicht mehr als 70, die Klafter *Prügelholz* 60 und die Klafter *Stockholz* 50 Kubikfuss solide Holzmasse enthält.

Das absolute Gewicht einer Klafter Holz wird berechnet, wenn man das specifische Gewicht einer Holzart mit dem Gewicht eines Kubikfusses Wasser dividirt und den Coefficienten mit der Kubikfusszahl der massiven Masse multiplicirt. Die nachstehende Tabelle ist nach Grossherzoglich Hessischem Mass und Gewicht berechnet.

Holzarten.	Specifisches Gewicht im lufttrockenen Zustande.	Absolutes Gewicht eines Kubikfusses lufttrockenen Holzes.	Gewicht einer Klafter lufttrockenen Holzes in Pfunden.		
			Scheitholz à 70 K.-F.	Prügelholz à 60 K.-F.	Stockholz à 50 K.-F.
Birke	0,738	23,06	1614	1384	1153
Weissbuche .	0,769	24,03	1682	1442	1210
Rothbuche . .	0,670	20,94	1466	1256	1047
Sommereiche .	0,910	28,44	1991	1706	1422
Erle	0,500	15,62	1093	937	781
Rothtanne . .	0,472	14,75	1032	885	737
Linde	0,500	15,62	1093	937	781
Pappel	0,387	12,09	846	725	604
Tanne	0,555	17,34	1214	1040	867
Saalweide . .	0,529	16,53	1157	992	826

Das Trocknen des Holzes an der Luft ist von einer Verminderung seines Umfanges begleitet, welche leicht bis auf 1 Procent steigen kann. In Gebirgen, die von Flüssen durchströmt sind, so wie auch in eben liegenden Waldungen mit Flüssen, bedient man sich derselben als Transportmittel. Mittelst des *Flössens* wird das Holz oft auf weite Strecken wohlfeil fortgeschafft, allein ein Theil des Vortheils durch Verlust an der Qualität des Holzes wieder aufgehoben. Der Aufenthalt im Wasser muss demselben nothwendig alles Lösliche entziehen und somit die Ursache der Verminderung des Volums und der Heizfähigkeit bilden, was man

auch in der That wahrgenommen hat. Es soll der Kubikfuss Holz durch Flössen bis zu 1 Pfund an seinem Gewicht verlieren.

Die Brennbarkeit der Hölzer hängt von der Structur ab, und weiche Hölzer, d. h. solche mit gröberen Zellen und Gefässen, vorzüglich aber Nadelhölzer, wegen ihres Harzgehaltes, sind leichter verbrennlich als harte.

Die absolute Heizkraft der verschiedenen Hölzer ist bei gleichem Wassergehalt fast gleich gross. 1 Th. lufttrockenes Holz reducirt im Durchschnitt 14 Th. Blei, wonach seine Heizkraft, die des Kohlenstoffs $= 1$ gesetzt, $= \frac{14}{34,52} = 0,40$ ist, welches mit den weiter oben angeführten Resultaten ziemlich genau stimmt.

Die specifische Heizkraft muss sich wie das specifische Gewicht der Hölzer verhalten, welches letztere schwer zu bestimmen ist, aber zwischen 1,1 und 1,5 zu liegen scheint.

Um eine grössere Wirkung zu erhalten, darf das Holz nie ganz frisch verwendet werden, sondern es muss wenigstens lufttrocken sein, selbst dann, wenn es mit Vortheil verkohlt werden soll. Soll es direct oder indirect, d. h. in festem oder in gasförmigem Zustande zur Flammenfeuerung dienen, so muss es selbst gedarrt werden, denn nur nach fast gänzlicher Vertreibung des Wassergehalts lässt sich Holz zur Entwickelung von Gasen verwenden.

Das wasserfreie Holz oder der Faserstoff, die Holzsubstanz, entwickelt überall eine geringere Wärme als die Steinkohle; letztere giebt wenigstens 6000 Wärmeeinheiten, wenn die Holzfaser höchstens 4000 entwickelt. Mit Steinkohlen, die 10 Proc. Asche hinterlassen, erhält man durch die Verbrennung eine Temperatur von 2020°, mit Holzfaser dagegen nur eine solche von 1700°, die sich bei einem Wassergehalte von 40 Proc. auf 1380° vermindert. Man ist daher nur mit wasserfreiem Holze im Stande, eine Schweisshitze hervorzubringen.

Zum *Darren* des Holzes hat man mancherlei Methoden angewendet, welche grösstentheils darauf hinauslaufen, die unbenutzt entweichende Hitze der Puddel- und Schweissöfen u. s. w. zu nutzen. Jedoch bestehen diese Processe im Wesentlichen noch in Versuchen, und es lassen sich daher noch keine absoluten Erfahrungsresultate über das Darren des Holzes mittheilen. Wir verweisen in dieser Beziehung auf „*Leplay's* Grundsätze, welche die Eisenhüttenwerke mit Holzbetrieb und die Waldbesitzer befolgen müssen, um den Kampf gegen die Hütten mit Steinkohlenbetrieb erfolgreich führen zu können." (Freiberg 1854.)

Holzkohle.

Der Verkohlungsprocess liefert erfahrungsmässig, im Grossen ausgeführt, 24 bis 26 Proc. vom Gewichte des Holzes an Kohlen, während doch, bei einem Gehalte der Holzfaser von 50 Proc. Kohlenstoff, im luftrockenen Holze 40 Proc. von diesem enthalten sind. Es werden also nur $^5/_8$ des Kohlenstoffgehaltes an Kohle gewonnen.

Ueber das *Verhältniss zwischen Holz und Kohle* theilen wir nachstehende Erfahrungsresultate mit. Das Gewichtsverhältniss zwischen Holz und Kohle ist:

1) bei rascher Verkohlung . . . $^{12}/_{100}$ bis $^{18}/_{100}$
2) bei langsamer „ . . . $^{32}/_{100}$ bis $^{33}/_{100}$
3) unter gewöhnlichen Umständen $^{20}/_{100}$ bis $^{27}/_{100}$.

Das Verhältniss zwischen dem Volum der Kohle und dem des Holzes, aus welchem dasselbe entstanden ist, beträgt $^{35}/_{100}$ bis $^{60}/_{100}$.

Wir wollen einige Beispiele anführen: Zu Eisleben wurden 1839 unter specieller Leitung Versuche angestellt, welche folgende Resultate gaben. Die stehenden Meiler hatten Durchmesser am Fuss von 19 bis 22 Hannoversche Fuss, und einen Inhalt von etwa 1200, 1700 und 2400 Kubikfuss. Zwei Eichenholz-Meiler gaben 21,3 und 23,4 Proc., dem Gewichte nach, solche von Rothbuchenholz 22,7 Proc., von Birkenholz 20,9 Proc., von Hainbuchenholz 20,6 Proc. und von Kiefernholz 25 Proc. Sämmtliches Holz war meistentheils Scheitholz.

Aehnliche Versuche wurden in den Jahren 1827 — 1830 bei der Eisenhütte zu Elend am Hannöverschen Harze angestellt. Das zu verkohlende Holz war Tannen-Scheitholz; der Durchmesser der Meiler betrug etwa 30 Fuss. Bei 5 derselben betrug das Kohlenausbringen 20,8, 21,2, 23,7, 21,7 und 27,5 Gewichtsprocent. Bei einer andern Reihe von etwa 150 Meilern, die bei Elend gemacht wurden, fand sich ein Gemäss-Ausbringen, welches von 50 bis 75 Proc. wechselte. Das Ausbringen nach dem wirklichen Volum vermittelte man zu Elend durchschnittlich zu 47,6 Proc.

Im Reinhardswalde in Kurhessen erhielt man in Meilern von 3750 bis 4500 Kubikfuss Buchen-, Scheit- und Knüppelholz 60,8 bis 61,8 Proc. — Zu Gersdorf im sächsischen Erzgebirge erhielt man in sehr grossen Meilern von 28,000 bis 52,000 Kubikfuss Inhalt an Fichten-Scheitholz gegen 60 Proc. Volumausbringen.

Bei der oberschlesischen *Meilerhaufen-Verkohlung* rechnet man $^{6}/_{11}$ Scheit- oder Leib-, $^{4}/_{11}$ Ast- und $^{4}/_{11}$ Stockholz, und kann annehmen, dass 100 Klaftern aus 2 Klft. Birken, 78 Klft. Kiefern und 20 Klft. Fichten und Tannen bestehen.

Aus 1 Klafter Scheitholz von 108 Kubikfuss erhält man $^{8}/_{9}$ Korb Kohlen = 8 Preuss. Tonnen = $56^{8}/_{9}$ Kubikfuss.

Aus 1 Klafter Astholz von 108 Kubikfuss erhält man $^{13}/_{18}$ Korb Kohlen = $6^{1}/_{2}$ Tonnen = $46^{2}/_{9}$ Kubikfuss.

Aus 1 Klafter Stockholz von 108 Kubikfuss erhält man $^{6}/_{9}$ Korb Kohlen.

Es geben daher	9	Klaftern Scheitholz	8	Körbe	72	Mass
	18	„ Astholz	13	„	117	„
	3	„ Stockholz	2	„	18	„

In Belgien verkohlt man 18 bis 20 Jahre altes Holz aus Niederwaldungen, welches aus $^{3}/_{5}$ bis $^{3}/_{4}$ harten Hölzern besteht,

und erhält 26 bis 27 Proc. dem Volum und 15 bis 17 Proc. dem Gewicht nach gute Kohlen. Die Verkohlung wird sehr rasch geführt, und dies ist der Grund des geringern Ausbringens.

Zu Hiflau in Steyermark erhält man in Meilern von 15,000 bis 16,000 Kubikfuss Tannen-Klobenholz, mittelst eines der italienischen Verkohlung nahe stehenden Verfahrens, 26 Proc. dem Gewichte nach Kohlen.

Die absolute Heizkraft der Holzkohle ist, die des reinen Kohlenstoffs = 1 gesetzt, bei lufttrockener = 0,84, bei völlig getrockneter 0,96. Ihre specifische Heizkraft lässt sich schwer bestimmen, da das specifische Gewicht der Kohlen nicht hinlänglich genau bekannt ist.

Ueber das *Gewicht der Holzkohlen* lässt sich im Allgemeinen Folgendes bemerken:

Das Gewicht von 1 Kubikmeter Holzkohle ist:

Aus Buchen-Knüppelholz . . .	260 bis 280	Kilogramm
„ „ Wipfelholz . . .	230 bis 240	„
„ Eichen-Knüppelholz . . .	220 bis 230	„
„ „ Scheitholz . . .	200 bis 210	„
„ Fichten- und Tannenholz . .	180 bis 220	„

Torf.

Die verschiedenen Torfarten zeigen so ausserordentliche Verschiedenheiten in ihrer Zusammensetzung und in ihrem Werthe als Brennmaterial, dass nur unmittelbare Versuche mit den einzelnen Sorten entscheiden können, sobald es sich um einen Vergleich mit dem Brennwerth anderer Brennstoffe handelt.

Man unterscheidet hauptsächlich zwei Varietäten des Torfes; die eine ist leicht und schwammig, und enthält die Pflanzentheile noch wenig verändert; sie findet sich meist an der Oberfläche der Erde oder nahe an derselben. Die andere ist schwärzer von Farbe und enthält die Pflanzentheile mehr, zum Theil steinkohlenartig verändert, und ist compacter und schwerer als die erste; sie findet sich meistens in den tieferen Schichten der Torfmoore.

Das Gewicht des Torfes ist je nach den verschiedenen Varietäten desselben sehr abweichend. Das durchschnittliche Gewicht von 100 Stück guten *Griesheimer* Formtorfes in vollständig lufttrockenem Zustande, wovon jedes Stück im Mittel 56 Kubikzoll misst, beträgt 123,5 Pfund, daher das Stück durchschnittlich 1,235 Pfund.

Torf von guter Qualität giebt, auf gleiche Gewichtsmenge, ungefähr so viel Wärme, als Holz zu geben pflegt. Er besitzt durchschnittlich die Hälfte der Heizkraft der Steinkohle; 1 Pfund Torf erwärmt etwa 25 bis 30 Pfund Wasser von 0° — 80° R. Nach *Peclet* ist die strahlende Wärme, welche sich während der Verbrennung von ihm verbreitet, viel grösser, als die sich während der Verbrennung des Holzes entbindende.

Torfgattungen mit entschiedenen und zwar meist sehr hervortretenden Resten organischer Structur (junger Torf). Ausge-

zeichnet durch lockere Beschaffenheit, geringes specifisches Gewicht, Weichheit und Leichtzerbrechlichkeit.

A. *Gelber Torf, weisser Torf oder Rasentorf.* Farbe hellgraugelb, bräunlichgelb, braungelb und gelbbraun; schwammig und sehr elastisch; gleichförmig feines, aber nicht sehr kurzfaseriges Gewebe, wobei die vertrockneten Moose noch deutlich zu erkennen sind. Das Gewicht eines Kubikfusses schwankte zwischen 3,5 und 8 Pfund bei einem specifischen Gewichte von 0,131 bis 0,188. Der Aschegehalt betrug meist weniger als 1 Proc., höchstens $1^1/_2$ Proc. Bei den Versuchen über die Heizkraft verdampfte 1 Pfund Torf 53,2 bis 61 Loth Wasser, oder der Kubikfuss 6,6 bis 14 Pfund. Als Durchschnitt aus 26 Versuchen ergeben sich beinahe 57 Loth verdampftes Wasser für 1 Pfund Torf.

B. *Brauner und schwarzer Torf.* Specifisches Gewicht 0,240 bis 0,600, wobei 1 Kubikfuss 7 bis 18,7 Pfund wiegt. Der Aschenrückstand ist etwas bedeutender als beim gelben Torf, doch selten über 5 Proc. steigend. Verdampfte Wassermenge bei 50 unter 59 Versuchen, von 60 bis 73,5 Loth oder durchschnittlich 65 Loth für 1 Pfund Torf, und 14 bis 39 Pfund per Kubikfuss.

Torfgattungen, in welchen nur geringe oder auch keine Spuren der ursprünglichen organischen Structur mehr vorhanden sind (alter Torf).

A. *Erdtorf.* Erdige Textur mit matten und rauhen Bruchflächen, bei gänzlicher oder fast gänzlicher Abwesenheit von Fasern. 19 geprüfte Sorten wogen 17 bis 28 Pfund per Kubikfuss, und verdampften 53 bis 73, durchschnittlich 62,4 Loth Wasser für 1 Pfund, und 33 bis 50 Pfund per Kubikfuss. 7 davon hinterliessen 10 Proc. und mehr an Asche.

B. *Pechtorf.* Durch sein dichtes Ansehen, seine Härte und grosses specifisches Gewicht macht derselbe sichtbar den Uebergang von Torf zu Steinkohle. 7 geprüfte Sorten wogen von 20 bis 32 Pfund per Kubikfuss, hinterliessen nur 1,2 bis 8 Proc. Asche und verdampften 58 bis $73^1/_2$ oder durchschnittlich 66,4 Loth Wasser auf 1 Pfund oder 43 bis 72 Pfund auf 1 Kubikfuss.

Die besseren Torfarten sind in Glüh- und Schweissöfen recht gut zu gebrauchen, ihrer geringen Festigkeit wegen aber in Schachtöfen nicht gut, jedoch sollen 100 Pfd. guten lufttrockenen Torfes etwa 43 Pfd. Holzkohlen ersetzen. Der Wassergehalt des lufttrockenen Torfes ist grösser als der des Holzes, nämlich 25 bis 50 Proc. Die rein organische Substanz besteht aus ungefähr 60 Proc. Kohlenstoff, 6 Proc. Wasserstoff und 34 Proc. Sauerstoff, unterscheidet sich also durch grössern Kohlenstoffgehalt von der Holzfaser. Der Aschengehalt beträgt 1—30 Proc.

Brauchbare Torfkohlen kann man auf zweierlei Weise darstellen: mittelst überhitzten Wasserdampfes, wie z. B. in Hamburg. Ein massiver Kubikfuss von dieser Kohle wiegt durchschnittlich 28,8 Pfd. Oder die Darstellung erfolgt, wie in Irland (Berg- und Hüttenm. Zeitg., 1854, No. 21), in blechernen Oefen und mit sofortigem Ablöschen der erzeugten Kohlen im Wasser. 1 Tonne

von 20 Ctr. Torfkohle wird dargestellt aus 3 Tonnen Torf; 1 Tonne in Stücken leichten Torfs hat ein Volum von etwa 220 Kubikfuss, oder 1 Ctr. das von 11 Kubikfuss, während 1 Tonne von der schweren Torfkohle nur etwa 70 Kubikfuss hat. Demnach würde 1 Tonne leichter Torfkohle etwa 30 preuss. Tonnen (à $7\frac{1}{9}$ Kubikf.) entsprechen, während 1 Tonne schwerer Kohlen nur 10 Preuss. Tonnen gleichkämen.

Braunkohle.

Ebenso wie bei dem Torf ist auch die Braunkohle, obgleich sie wie alle übrigen Brennstoffe die nämlichen Grundbestandtheile (Kohlenstoff, Wasser- und Sauerstoff) besitzt, in ihrer Zusammensetzung und ihrem Brennwerth so verschieden, dass bei der praktischen Anwendung nur wirklich ausgeführte Proben der vorliegenden Varietäten über deren Brauchbarkeit oder Nützlichkeit entscheiden können.

Ueber das Gewicht und den Brennwerth einiger Sorten kurhessischer Braunkohlen haben wir einige Aufgaben gefunden, die wir, auf Grossherzoglich Hessisches Mass und Gewicht berechnet, mittheilen: Die beste Braunkohle vom Habichtswald, mil 32,8 Proc. Wassergehalt wog 40 per Kubikfuss (im Mass) und 1 Pfund derselben war im Stande, 35 Pfund Wasser vom Eispunkt bis zum Siedepunkt zu erhitzen. — Eine holzförmige Braunkohle mit 33 Proc. Wassergehalt wog 34,7 Pfund per Kubikfuss, und 1 Pfund derselben erhitzte 25 Pfund Wasser bis zum Siedepunkt. — Eine schlechtere Sorte Braunkohle mit 40 Proc. Wassergehalt wog 37,7 Pfd. per Kubikfuss, und es erhitzte 1 Pfd. 25 Pfd. Wasser bis zum Siedepunkt. Gepresste Braunkohlen, z. B. mit der Milch'schen Presse, oder künstlich getrocknete, sind dichter, wasserfreier und zum Verbrennen in Flammöfen weit geeigneter.

Manche erdige Braunkohlen, z. B. die aus den Marken, enthalten bis 50 Proc. Wasser und sind daher zu hüttenmännischen Zwecken gar nicht zu gebrauchen. Selbst lufttrocken ist der Wassergehalt selten geringer als 30 Proc. Die Aschenmenge beträgt bei den besseren Sorten 1 bis 10, bei den schlechteren aber bis 60 Proc. Die sogenannte Pechkohle, wie sie z. B. in Böhmen vorkommt, ist in Schweiss- und Glühöfen vortheilhaft zu benutzen. — Die Darstellung von Koaks aus Braunkohlen ist auf mannigfache Weise versucht, allein der bedeutende Wassergehalt legt den Processen so wesentliche Hindernisse in den Weg, dass man sie als gänzlich misslungen ansehen kann. Die Braunkohlen-Koaks zersprangen in den Schachtöfen.

Die Steinkohlen

sind nach ihrem Verhalten in der Hitze Sand-, Sinter- und Backkohlen, und zwar sind sie um so backender, je grösser das Verhältniss des Wasserstoffs zum Sauerstoff in ihnen ist, so wie überhaupt die Backkohlen die grösste Menge Kohlenstoff enthalten.

Sie liefern 0,25 bis 25,0 Asche, ihr Wassergehalt erreicht höchstens 12 Procent.

Die absolute Heizkraft der Steinkohlen, bezogen auf die des reinen Kohlenstoffs, ergiebt sich aus zahlreichen Versuchen, wonach sie 21 bis 31 Theile Blei reduciren, zu 0,62 bis 0,92, und ist bei Sandkohle im Mittel = 0,79, bei Sinterkohle = 0,82 und bei Backkohle = 0,85. Da das specifische Gewicht der Steinkohle im Mittel etwa = 1,3 sein möchte, so ist ihre specifische Heizkraft = 1,13.

Die preussischen Steinkohlen, welche neuerlich in Berlin durch grossartige Experimente untersucht wurden, bieten sehr beträchtliche Verschiedenheiten der Heizkraft dar. Drückt man letztere durch die von 1 Pfd. Material in seinem natürlichen, nicht künstlich getrockneten Zustande durchschnittlich verdampfte Wassermenge aus, so findet man als geringstes Resultat 6,10 Pfd., als grösstes 8,93 Pfd.; der Durchschnitt aus allen 48 untersuchten Sorten ist 7,3 Pfd. In England und in Nordamerika angestellte Versuche gaben mit den obigen sehr übereinstimmende Resultate.

Die Verbrennungstemperatur der Steinkohlen ist 2160 bis 2220°.

Die aus den Steinkohlen dargestellte Kohle führt den Namen *Koak*. Man verkoakt mehr kleine und Staub- als Stückkohlen, schon aus ökonomischen Gründen, weil die Staubkohlen ungleich billiger als die Stückkohlen sind, da sie kaum zu anderen Zwecken als zum Verkoaken benutzt werden können.

Die *Staubkohlen* müssen, um sie möglichst von den eingemengten erdigen Theilen, so wie auch von dem Schwefelkies zu befreien, einer nassen Aufbereitung unterworfen werden. Man kennt verschiedene Methoden der Aufbereitung, und wir wollen die Resultate, die mit einigen derselben erlangt sind, hier mittheilen.

Im Bassin zu Mons in Belgien können drei Arbeiter in einer zwölfstündigen Schicht in einer Setzmaschine 160 bis 200 Hektoliter Kohlen aufbereiten. Sie erhalten für das Hektoliter gewaschene Kohle 3 bis 4 Centimen. Es geben 100 Hektoliter Förderkohlen:

gewaschene Kohlen	89	Hektoliter
Schiefer	2	„
mit Kohle gemengter Abfall, welcher durch den Rost gegangen ist	9	„

Die aufbereitete Steinkohle giebt 3 bis 4 Procent Asche, wovon 1 bis 2 Proc. in solchen fremdartigen Massen bestehen, die durch eine sorgfältige Aufbereitung noch weggeschafft werden können.

Der Abfall an fremdartigen Bestandtheilen beträgt	20 bis 25	Proc.
reine Kohle erhält man	75 bis 80	„
reiner Verlust an Kohle	7 bis 8	„

Der Kostenpreis für eine Tonne aufbereitete Steinkohle ist folgender:

Arbeitslohn	0,51
General- und Betriebskosten	0,12
Abgang	1,83 bis 1,46 Frcs.

Beträgt nun das Ausbringen 66 Procent, so betragen die Kosten für eine Tonne aus aufbereiteten Steinkohlen fabricirter Koaks 2,19 Fr. mehr.

Die *Aufbereitung der Nusskohlen* erfolgt auf Schlämmgräben oder Waschherden, die jedoch weit mehr klare Wasser erfordern, als die Setzsiebe. Der Abgang ist dabei um $^1/_3$ geringer, die Kosten betragen auf die Tonne 1,50 Fr.

Zu Bressac im franz. Departement Puy de Dôme werden die geförderten Steinkohlen mittelst dreier über einander liegender Rätter separirt und die Staubkohlen in einem Setzapparate aufbereitet, der von dem vorhergehenden abweicht, vollkommener ist und daher auch bessere Resultate giebt. Die Kosten auf eine Tonne gewaschener Steinkohlen sind die nachstehenden, wobei jedoch die Kosten für die Triebkraft, welche etwa eine Pferdekraft beträgt und von der Förder- oder Wasserhaltungsmaschine der Grube entnommen wird, nicht in Rechnung kommen.

Drei Arbeiter erhalten für 1400 Hektoliter 4,59 Fr. oder für 1000 Kilogramme an

Arbeitslohn . . . . . . , ...	0,040 Fr.
Generalkosten incl. Schmiere	0,030 „
Abgang 7 Proc. (die Kohle zu 0,80 Fr.)	0,630 „
Auf die Tonne gewaschene Kohle	0,700 Fr.

	Setzmaschine.	Schlämmgraben.	Der Bressac'sche Graben.
Arbeitslöhne .	0,60	0,66	0,040
Generalkosten	0,15	0,14	0,030
Abgang . . .	0,95	1,45	0,630
	1,70	2,25	0,700.
Auf die Tonne Koaks bei einem Ausbringen von 66 Procent.			
Differenz auf eine Tonne Koaks	2,55 Fr.	3,35 Fr.	1,05 Fr.
	1,50 Fr.	2,30 Fr.	

Im Elsass ist neuerlich ein weit einfacherer Apparat zur Aufbereitung der Steinkohlen vorgeschlagen, der in einem Fass mit Rühr-Apparat besteht. In demselben können mit einer Betriebskraft von 1 Pferde und 2 Mann Bedienung täglich 400 Cntr. Steinkohlen verwaschen werden. Ein solcher Apparat kostet etwa 2000 Frcs.

Die *Verkoakung* erfolgt entweder in Meilern, Haufen oder Oefen von sehr verschiedenartiger Construction, die auch eine sehr verschiedenartige Ausbeute geben. Der Wassergehalt der Koaks beträgt höchstens 10 Proc., gewöhnlich aber viel weniger. Der Aschengehalt ist durchschnittlich zu 5 Proc. anzunehmen, und sind solche mit einem höhern Aschengehalt einem guten Hohofenbetriebe hinderlich, indem sie ein häufiges Reinigen des Gestelles erfordern. Die absolute Heizkraft der Koaks liegt zwischen 0,85 und 0,92, während die specifische durchschnittlich = 0,4 ist.

Meiler-Verkoakung. — Ein Meiler von 20 Kubikmeter Volum

oder mit 16,000 Kilogramm Steinkohlen giebt 20 Kubikmeter oder 9256 Koaks, d. h. 130 Proc. dem Volum und 57,85 Proc. dem Gewicht nach. Ein Kubikmeter Steinkohlen, welches 80 Kilogr. wiegt, giebt Koaks, von denen das Kubikmeter nur 36 Kilogr. wiegt, und die weit weniger dicht als Ofenkoaks sind.

Haufen-Verkoakung. — Es erfolgen dabei:

Aus 100 Gewichstheilen:	Gewichtstheile Koaks.
Backkohlen	40—45
Sinterkohlen	50—55
Sandkohlen	60—70.

Die Dauer der Verkohlung ist bei ruhiger Luft für
Sinter- und Sandkohlen 14—15 Stunden,
Backkohlen . . . . 36—48 „

In Oberschlesien hat man bei der Verkoakung der Stückkohlen in freien Haufen und Meilern zu Gleiwitz aus 100 Gemässtonnen Steinkohlen 92 Gemässtonnen, zu Königshütte dagegen aus 100 Tonnen Steinkohlen $94\frac{1}{2}$ Tonnen Koaks erhalten; es betrug daher der Abgang 8 und $5\frac{1}{2}$ Proc.

Verkoakung der Staubkohlen in offenen Oefen. — Man gewinnt z. B. zu Gleiwitz in Oberschlesien durch diesen Process sehr dichte Koaks zum Kupolofenbetrieb, von denen das Gewicht von 1 Tonne = $7\frac{1}{9}$ Kubikf. 2 Ctr. 14 Pfd. bis 2 Ctr. 34 Pfd. wiegt. Ausbringen dem Gewicht nach 80 Procent.

Verkoakung in sogenannten Backöfen mit einer Thür. — In 24 Stunden können 1000 Kilogr. oder 10 bis 12 Hektol. meistens sogenannte Nusskohlen verkoakt werden. Ein Arbeiter bedient 3 Oefen. Das Ausbringen beträgt 65 Proc. dem Gewicht nach. Ein Ofen dauert 18 Monate.

Verkoakung in Oefen mit Zugcanälen unter dem Herde. — Diese Oefen geben dieselben Resultate wie die vorhergehenden, sind aber besser für Staubkohlen geeignet.

Oefen ohne Canäle unter dem Herde, aber mit zwei Thüren und mit Dampfkessel. — Es liegen gewöhnlich mehrere zusammen, am zweckmässigsten 8; jedes solches Gemäuer hat zu Seraing in Belgien und auf vielen anderen Hütten einen runden Dampfkessel, der in Verbindung mit 2 oder mehr anderen die Gebläse-Dampfmaschine speist.

Ein $15\frac{1}{2}$ Fuss langer und $4\frac{1}{2}$ Fuss weiter Kessel auf mehreren Oefen zu Seraing, von 11,60 Quadratmeter Heizoberfläche, enthielt 4,34 Kubikm. Wasser, verdampfte in 1 Stunde 46 Liter Wasser, erzeugte Dämpfe von 2,76 Atmosphäre, welches einer mittlern Kraft von 12,41 Pferden entsprach.

Zu Seraing sind bei den Hohöfen Nr. 5 und 6 3 Dampfkessel auf 3 Ofengruppen angebracht, und diese speisen die Gebläse-Dampfmaschine von directer Wirkung mit Condensation und Expansion, und eine kleine Maschine von 10 Pferdekraft für den Gichtzug. Beide Maschinen entsprechen einem Nutzeffect von 117 Pferdekraft. — Man ersparte durch diese Einrichtung jährlich

36,000 Hektoliter Steinkohlen, die einen Werth von 32,400 Fr. haben, so wie auch an Arbeitslöhnen 53,000 Fr.

Es sind 52 Doppelöfen oder Oefen mit 2 Thüren im steten Betriebe; jeder Process dauert 24 Stunden; die Oefen verbrauchen dazu 1560 Hektoliter oder 14,600 Kilogr. Steinkohlen, und geben 250 Kubikm. oder 97,5 Kilogr. grobe und 8,80 Kubikm. oder 34,32 Kilogr. kleine Koaks. Das Ausbringen beträgt dem Volum nach 160,5 und dem Gewicht nach $67^1/_7$ Proc. — Will man recht dichte Koaks erzeugen, so muss man den Process auf 48 Stunden verlängern. — 100 Kilogr. Koaks kosten ohne Interessen vom Anlage-Capital $20,1^1/_2$ Fr.

Zur Veranschlagung des Baues einer Gruppe von 8 Verkoakungsöfen mit Dampfkessel, wie sie zu Seraing in Belgien vorhanden sind, mögen die nachstehenden Angaben in französischen Massen, Gewichten und Münzen dienen:

Benennung der Gegenstände.	Gewicht. Kilogr.	Preis. Fr.	Summe. Fr.
Erdarbeiten beim Fundament, 29,28 Meter lang, 7,62 breit und 2,03 hoch, d. h. 453 Kubikm.	—	0,50	226,50
Fundament (453—86,88, für die leeren Räume zwischen den Widerlagen), 366,52 Kubikm.	—	10	3665,20
Mauerwerk der Oefen, 29 Meter 7 . 2,50 oder 507,50 Kubikm. weniger 68,80 für die leeren Räume der Oeffnungen und der Oefen, daher 438,70 Kubikm. . .	—	10	4387
Mauerwerk des Kesselofens, 232 Kubikm.	—	10	2320
Desgl. für die beiden Essen, 61,84 Kubikm.	—	—	614,80
Feuerfeste Ziegelsteine für die Oefen und Thüren	107140	—	—
Desgl. für die kleinen Essen und den Kesselofen	55120	—	—
Desgl. für die beiden grossen Zugessen .	20592	—	—
Desgl. für die Register der mittleren Essen der Oefen	296	—	—
32 gusseiserne Winkel für die Thürgewände	832	16	—
32 schmiedeeiserne Ankerstäbe für die erwähnten Thürgewände von $^5/_8$ Quadratzoll Querschnitt mit $^3/_4$zöll. Schraubengewinden an den Enden	432	—	—
48 gusseiserne Platten, welche die Decken der Ofenthüren bilden	4400	16	—
16 schmiedeeiserne Ankerstäbe von $^5/_8$ Zoll Stärke mit $^3/_4$ Zoll starken Enden, zur Befestigung der vorhergehenden Platten	227	—	—

Benennung der Gegenstände.	Gewicht. Kilogr.	Preis. Fr.	Summe. Fr.
16 gusseiserne Thürrähme	4160	16	—
16 Thüren von Schmiedeeisen	1232	—	—
16 gusseiserne Platten vor den Thüren .	5776	16	—
9 Stück Verankerungen, welche den Kessel und seinen Ofen umfassen (schmiedeeiserne Stäbe von 3 Zoll Breite und 5/8 Zoll Dicke)	1701	55	—
6 schmiedeeiserne Stäbe, welche die Oefen in der Richtung der Länge verbinden .	3556	—	—
6 Schlüssel und 6 Stäbe, welche in der Querrichtung angebracht sind	—	—	—
4 Stäbe, welche der Länge nach das Kesselgemäuer zusammenhalten	—	—	—
4 Schlüssel dazu	—	—	—
2 gusseiserne Schieber mit Rähmen für die Essen	72	27	—
2 gusseiserne Supports, welche in den Essen unter den Rollen angebracht sind, um die Schieber zu heben	16	27	—
4 gusseiserne Rollen, von denen 2 an den Supports befestigt sind und 2 die Kette aufnehmen	32	35	—
2 Rollenachsen . . . . 2 Schlüssel . . . . 8 Bolzen und 2 Platten, sämmtlich von Schmiedeeisen	18	120	—
9 gusseiserne Supports mit Platten . . .	765	16	—
Eiserne Keile zum Höherkeilen dieser Platten	460	20	—
8 eiserne Rähme für die Schieber, durch welche Gas unter den Kessel gelangt .	160	30	—
Eine schmiedeeiserne Stange zur Befestigung der Dampfröhre	40	30	—
16 gusseiserne Platten zur Bedeckung der Oeffnung, durch welche sich die Gase entwickeln	352	16	—
Ein Kessel von Eisenblech, 90 Fuss lang, 0,01 M. dick und 6 Fuss im Durchmesser, 29394 d l e, bei welcher d den Durchmesser des Kessels, l die Länge und e die Blechstärke im metrischen Mass bezeichnen, giebt fast dasselbe Resultat als die unmittelbare Wägung des Kessels	14816	44,50	—
Ein gusseisernes Mannloch mit einem Arm des Dampfrohres	313	35	—

Benennung der Gegenstände.	Gewicht. Kilogr.	Preis. Fr.	Summe. Fr.
2 eiserne Bolzen, welche zu dem Deckel des Mannloches gehören	4	120	—
Ein gusseisernes Dampfventil	141	35	—
Eiserne Stange und Bolzen dazu	6	120	—
Kurbel für obige von Rothguss	$1^1/_2$	390	—
Ein gusseisernes Sicherheitsventil mit Hebel von $5^3/_4$ Zoll Durchmesser	114	35	—
Ein gusseiserner gabelförmiger Hebel	16	35	—
Eine dazu gehörige eiserne Achse	1	120	—
Ein gusseisernes Gegengewicht	59	35	—
Ein Ventil von Rothguss	$6^1/_2$	390	—
Eine Büchse zum Entschlemmen von Rothguss	—	390	—
Ein Indicator { Rothguss	$^1/_4$	390	—
Ein Indicator { Schmiedeeisen	2	120	—
Eine schmiedeeiserne Stange dazu	2	120	—
Ein gusseisernes Sicherheitsventil nach Regierungsvorschrift	147	35	—
Ein Ventil von $^3/_4$ Zoll Durchmesser in der Oeffnung, von Rothguss	$6^1/_2$	990	—
Ein gusseiserner Deckel, um den Zugang zu diesem Ventil zu verhindern	41	35	—
2 eiserne Bolzen zur Befestigung desselben	$1^1/_2$	120	—
Eine Alarmpfeife mit Gegengewicht an dem Ventil { Gusseisen	4	35	—
Eine Alarmpfeife mit Gegengewicht an dem Ventil { Rothguss	13	390	—
2 eiserne Bügel mit Schrauben für die Schwimmer	36	120	—
2 gusseiserne Schwimmerkugeln	18	35	—
2 eiserne Stöpsel dazu	$1^1/_2$	120	—
2 gusseiserne Schwimmerhebel	12	35	—
2 gusseiserne Gegengewichte dazu	16	35	—
2 eiserne, an einander geschraubte Stäbe dazu	3,8	120	
Ein Luftmanometer mit Pfeife für 2 Atmosphären	10	—	130
Ein Quecksilbermanometer	—	—	—
Ein gusseiserner Wasserstandszeiger mit Glasröhre	122	35	—
3 Hähne von Rothguss dazu	8	390	—
2 Röhren von Eisen und Rothguss, welche ihn in Verbindung mit dem Kessel setzen { Rothguss	3	390	—
2 Röhren von Eisen und Rothguss, welche ihn in Verbindung mit dem Kessel setzen { Schmiedeeisen	5	120	—
Eine gusseiserne Röhre, um Wasser in den Kessel zu pumpen	129	35	—

Benennung der Gegenstände.	Gewicht. Kilogr.	Preis. Fr.	Summe. Fr.
Ein gusseiserner Speisehahn	40	35	—
Eine kupferne Entleerungsröhre an dem Kessel	25	390	—
Ein gusseiserner Entleerungshahn . . .	38	35	—
20 Meter gusseiserne Dampfröhren von 8 Zoll Durchmesser	1790	—	—
20 Meter gusseiserne Speiseröhren von 4 Zoll Durchmesser	1180	—	—
10 gusseiserne Supports für die Dampfröhren à 15 Kilogr.	—	—	—
10 dergl. zu den Speiseröhren à 13 Kilogr.	—	—	—
Montirung des Kessels und der Röhren .	—	—	300
Gerüst dazu	—	—	200
Steinpflaster zu den beiden Ofengruppen. Oberfläche 725 Quadratm. und Dicke 0,12 Meter, daher Volumen 87 Kubikm.	—	10	870

Wirkungen des Dampfes, der durch die Verkoakungsöfen zu Seraing erzeugt worden ist. — Die 3 Kessel von 3 Ofengruppen, von denen 13 mittelst ihrer entweichenden Flammen und die übrigen nur durch ihre strahlende Wärme zu der Verdampfung beitragen, betreiben: 1) Eine Gebläsemaschine von directer Wirkung, mittlerem Druck, so wie mit Condensation und ohne Expansion, welche 2 grosse Koaksöfen mit Wind speist. 2) Eine kleine Maschine von 10 Pferdekraft, die mittelst einer geneigten Ebene das Brennmaterial und die Erze zur Gicht der Hohöfen schafft. Da der Durchmesser des Gebläsecylinders $7\frac{1}{2}$ englische Fuss, der Kolbenlauf 8 Fuss, die Anzahl der Umgänge in der Minute 10, und die Windpressung 3,75 engl. Pfd. auf den Quadratzoll beträgt, so ist der Nutzeffect nach Watt gleich $92^2 . 0{,}7854 . 3{,}75 . 16 . 10 : 3300 = 117$ Pferdekraft. Man erlangt dasselbe Resultat, wenn man die Kraft mittelst des manometrischen Drucks und des Durchmessers der 4 Gebläsedüsen, welcher $2\frac{7}{8}$ engl. Zoll $= 0{,}073$ ist, berechnet.

Um uns Rechenschaft von diesen Wirkungen mittelst der Wärme zu geben, welche die Verbrennung der Gase von 13 Oefen entwickelt, müssen wir bemerken, dass die Ladung eines jeden Ofens aus 3 Kubikm. kleiner Steinkohlen besteht, welche 2751 Kilogr. wiegen, und aus denen man, der Erfahrung nach, nach 24 Stunden 4,5 Kubikm. Koaks à 375 Kilogr. = 1687,5 Kilogr., ferner 212,5 Kilogr. Koakslösche und eine Menge von Asche erhält, welche 27,51 Kilogr. d. h. 1 Proc. von der Steinkohle erhält. Die flüchtigen Substanzen, mit Einschluss des in der Steinkohle enthaltenen Wassers, betragen demnach 823,49 Kilogr.,

und wenn man 3 Proc. von dem Gewicht der Steinkohlen für das Wasser abzieht, so bleiben 740,96 Kilogr. für die verschiedenen Kohlenwasserstoff-Verbindungen, welche allein eine Flamme hervorbringen können. Um die strahlende Wärme nicht ganz zu vernachlässigen, indem dieselbe immer eine wichtige Rolle spielt, wollen wir annehmen, dass, wenn man die Seitenessen eine statt drei Stunden öffnet, $^1/_{24}$ d. h. 30,87 Kilogr. von diesen Gasen in die freie Luft entweichen. Es bleiben dann zur Benutzung der Kesselfeuerung, welche zwei Maschinen von einer Gesammtkraft von ungefähr 130 Pferden betreiben, 710,09, oder für 13 Oefen 9231,17 Kilogr. Nun darf man annehmen, dass in den besten gewöhnlichen Oefen eine Maschine von 130 Pferdekraft nach dem System von *Evans* in der Stunde und auf die Pferdekraft 3 Kilogr. gute Steinkohle verbraucht, d. h. also im Ganzen in 24 Stunden 9360 Kilogr. Diese Zahlen geben nicht allein Rechenschaft von der bedeutenden Wirkung, welche die aus den Verkoakungsöfen entweichenden Flammen ausüben, sondern sie beweisen auch, dass die Dampfkessel nicht einmal alle erzeugte Wärme verbrauchen, denn der Wärmeeffect des schweren Kohlenwasserstoffs oder ölbildenden Gases, welches einen bedeutenden Theil von dem entwickelten Gase bildet, verhält sich zu dem Wärmeeffect der Steinkohle wie 12170 zu 7500. Wirklich bemerkt man eines Theils, dass zur Verkoakung der Steinkohlen viel Wärme erforderlich ist, und andern Theils, dass die Verbrennung der Gase nicht unter den günstigsten Umständen stattfindet, weil zuviel Luft in die Oefen und in die Canäle strömt.

Das zum Betriebe der Serainger Verkoakungsöfen erforderliche Personal. — Die folgende Tabelle giebt die Zusammensetzung und Benutzung dieses Personals, so wie auch die Art und Weise seiner Löhnung an.

Männer.	Frauen.	Arten der Arbeit und des Lohnes.	Lohn nach Kubikmetern.		Lohn nach Schichten.		Summen.	
			Fr.	Ct.	Fr.	Ct.	Fr.	Ct.
1	—	Aufseher bei der Verkoakung, Tagelohn . .	—	—	4	—	4	—
26	—	Verkoaker, Gedinglohn .	—	30	2	$88\frac{9}{10}$	75	11
2	—	Nachtwächter, welche die Thüren verstreichen müssen, Gedinglohn . . .	—	$10\frac{7}{10}$	2	$12\frac{1}{2}$	4	25
2	—	Maurer zur Reparatur der Oefen, Gedinglohn . .	—	$10\frac{7}{10}$	2	$12\frac{1}{2}$	4	25
1	—	Stellmacher zur Reparatur der Karren, Tagelohn .	—	—	2	75	2	75
32	—						90	36

Männer.	Frauen.	Arten der Arbeit und des Lohnes.	Lohn nach Kubikmetern.		Lohn nach Schichten.		Summen.	
			Fr.	Ct.	Fr.	Ct.	Fr.	Ct.
32	—					Transp.	90	36
1	—	Tagelöhner zum Messen der Koaks, Tagelohn .	—	—	1	65	1	65
—	1	Frau zu derselben Arbeit	—	—	—	90	—	90
—	8	desgl. zum Messen der Steinkohlen	—	—	—	90	7	20
1	—	Tagelöhner zur Uebernahme der Steinkohlen auf den Grubenhalden .	—	—	1	65	1	65
—	12	Frauen zum Transport der Steinkohlen von den Stürzplätzen der Gruben zum Verkoakungsplatz, 1560 Hektoliter Kohlen und 62 Hekt. damit vermengte Steine, zusammen 1622 Hektoliter, für die 24 Hektoliter	—	18	1	$01^{4}/_{12}$	12	16
—	62	dergl. zum Reinigen von 1560 Hektoliter Steinkohlen, à 24 Hektoliter	—	95	—	$99^{59}/_{100}$	61	75
—	8	dergl. zum Einladen der Koaks für die Hohöfen, Tagelohn	—	—	1	50	12	—
—	4	dergl. zum Reinigen der Plätze vor den Verkoakungsöfen, so wie zum Aushalten der Koaksstückchen, für jeden entleerten Ofen	—	11	1	43	5	72
—	2	dergl. zum Transport von 8,80 Kubikmeter Koaksasche u. von 6,20 Kubikmeter Steinen zur Schlakkenhalde, d. h. 15 Meter, à Meter	—	15	1	$12^{1}/_{2}$	2	25
34	97						195	64

Production. — Die Menge und die Beschaffenheit der Koaks, die man durch die Ofenverkoakung erhält, hängt hauptsächlich von der Beschaffenheit der angewendeten Steinkohlen ab. Das

mittlere Ausbringen auf dem Verkoakungsplatze zu Seraing beträgt dem Volum nach 160,5 Proc. und dem Gewicht nach $67^1/_7$ Proc. Die nachstehende Tabelle bezieht sich auf das Jahr 1848.

	Steinkohlen-Flötze.	Zur Verkoakung angewendete Stunden.	Steinkohlen dem Volum nach.	Ausgebrachte Koaks dem Volum nach.	Asche: dem Volum nach.	Asche: dem Gewicht nach.	Gewicht des Kubikmeters: Steinkohlen.	Gewicht des Kubikmeters: Koaks.
			Meter.	Met.	Met.	Kil.	Kilogr.	Kilogr.
Heinrich-Wilhelm.	Bette-Bon .	21	14,00	23,51	1,37	818	927	363
	do. .	22	9,00	15,28	0,94	356	911	383
	Petite-Rousette	24	9,00	15,03	1,15	207	936	388
	Grande-Rousette	21	3,00	4,82	0,27	150	940	384
	Cor	25	9,00	14,08	1,00	566	963	413
	Pery	22	6,00	9,59	0,53	284	894	734
	Houlleux . . .	21	6,00	9,23	0,58	314	910	368
	Wicha	21	9,00	14,36	0,68	394	932	408
	Grand-Moulin	23	9,00	12,70	1,16	683	918	426
	Bien-Venue .	„	2,00	3,44	0,22	118	912	364
Grand-Colard.	Wicha	$22^1/_4$	9,00	14,75	0,75	395	906	400
	Houlleux . . .	$23^1/_4$	9,00	13,98	1,13	618	962	422
	Grand-Moulin	$23^1/_2$	9,00	14,37	0,85	538	960	399
	Grand-Veine	22	3,00	4,98	0,31	160	950	360
		$22^5/_{13}$	106,00	170,12	„	„	$930^1/_{14}$	$389^6/_{14}$

Bemerkungen.

Die 106 Kilogr.-Meter angewendeten Steinkohlen wiegen 98587 Kilogr.

Die 770,12 Kilogr.-Meter ausgebrachter Koaks wiegen 66250 Kilogr.

100 Volumtheile Steinkohlen geben $160^1/_2$ Koaks.

100 Gewichtstheile Steinkohlen geben $67^{19671}/_{98587}$ Koaks.

Productionskosten von 1000 Kilogr. Koaks in 24 Stunden auf dem alten Verkoakungsplatze zu Seraing.

	Einzelne Angaben der Ausgaben und Producte.	Kosten im Einzelnen.		Kosten in Summa.	
		Fr.	Ct.	Fr.	Ct.
	Reparatur der 54 Oefen in 24 Stunden.				
$38^1/_2$	Kilogr Gusseisen in Rahmen, offener Herdguss. Ein Rahmen dauert 2 Jahre und wiegt 260 Kilogr. Die 100 Kilogr. zu	16	—	6	16
13	Kilogr. Gusseisen in Deckeln, offener Herdguss. Ein Deckel dauert $1^1/_2$ Jahr und wiegt 43 Kilogr. Die 100 Kilogr. zu	16	—	2	08
$1^{64}/_{100}$	Kilogr. Schmiedeeisen in Thürrahmen. Ein solcher dauert 12 Jahre und wiegt 65 Kilogr. Die 100 Kilogr. zu . . .	70	—	1	14
$130^1/_{10}$	Kilogr. feuerfeste Ziegelsteine. Eine Sohle dauert 6 Jahre, eine Thür und die darunter befindlichen Ziegelsteine der Rähmen 2 Jahre. Die 100 Kilogr. zu	2	50	3	25
—	Holz zur Reparatur der Karren, der Gezähestiele etc.	—	—	2	—
—	Schmiedekosten zur Reparatur der Brechstangen, der Schaufeln, der Karrenbeschläge etc.	—	—	7	60
—	Oel, Besen etc.	—	—	1	—
1,50	Kubikm. Thon. Das Kubikm. zu . . .	1	—	1	50
1	Eimer feuerfester Mörtel	—	35	—	35
	Reparaturkosten der 54 Oefen in 24 Stunden.	—	—	25	08
37	Kilogr. altes Gusseisen. (Unbrauchbare Rähme.) Ein Rahm wiegt 250 Kilogr. Die 100 Kilogr. zu	8	—	2	96
12	desgl. (Unbrauchbare Deckel.) Ein Deckel wiegt 40 Kilogr. Desgleichen zu . .	8	—	—	96
—	desgl. altes Schmiedeeisen. (Unbrauchbare Thürrahmen.) Ein Rahmen wiegt 50 Kilogramme. Desgl. zu	20	—	—	25
		—	—	4	17

	Einzelne Angaben der Ausgaben und Producte.	Soll.		Haben.	
	Bilanz.	Fr.	Ct.	Fr.	Ct.
145091	Kilogr. Steinkohlen, die 1000 Kilogr. 12,10 Fr., daher	1755	60	—	—
—	Arbeitslöhne	295	64	—	—
—	Ausgaben und Reparaturen	25	08	—	—
97505	Kilogr. erzeugte Koaks, die 1000 Kilogr. 20,01$^1/_2$ Fr.	—	—	1951	56
3432	Kleine Koaks, die 1000 Kilogr. 6 Fr.	—	—	20	59
—	Betrag der Reparaturen	—	—	4	17
		1976	32	1976	32
	Die 100 Kilogr. Koaks kosten 20,1$^1/_2$ Fr., wobei jedoch die Interessen von dem Anlagecapital und für den Ankauf des Bodens nicht mitgerechnet werden.				

Productionskosten der Koaks vom 31. Juni 1847 bis zum 1. Juli 1848.

Verbrauch.	Fr.	Ct.	*Production.*	Fr.	Ct.
Für Pferde und Geschirr	253	80	47,471,725 Kilogr. Koaks	885,310	39
Für Holz	792	73	1,202,600 Klgr. kleine Koaks	8,041	91
Für Ziegelsteine, Mörtel etc. . . .	1,647	—	245$^1/_2$ Karren Asche	368	25
Arbeitslöhne . . .	84,416	03			
Nebenmaterialien .	1,059	30			
7960 Kilogr. Eisen .	3,750	50			
66,806,730 Kilogr. Steinkohlen . .	726,030	09			
Von ausserhalb erhaltene Koaks .	74,000	70			
Summa	893,720	55	Summa	893,720	55

Ueber die *Verkoakungsöfen mit Selbstentleerung*, wie man sie z. B. bei Saarbrücken findet, so wie über die *Theinert*'schen Verkoakungsöfen mit Wasserdampf und erhitzter Luft, welche durch die entweichende Hitze selbst erzeugt werden, besitzen wir keine Erfahrungsresultate, da Patente auf diese Einrichtungen genommen sind. Bei den ersteren werden die bedeutenden Arbeitslöhne sehr vermindert, während die *Theinert*'schen Oefen die Verkoakung beschleunigen, eine vollkommenere Entschwefelung bewirken und dichtere und bessere Koaks geben.

Gasförmige Brennstoffe.

Zwar sind überall brennbare Gase, welche sich aus dem Brennmaterial bilden, bei der Anwendung desselben wirksam und oft selbst ausschliesslich, wie in Flammöfen, allein erst in neuerer Zeit hat man versucht, Brennstoffe, zumal von geringerer Qualität, durch Erhitzen bei beschränktem Luftzutritt zu zersetzen, und die entwickelten brennbaren Gase mittelst atmosphärischer Luft zu verbrennen. Insbesondere ist dieser Gegenstand für metallurgische Zwecke verfolgt worden, seit *Faber du Faur* die Gichtgase der Eisenhohöfen nützlich anwenden lehrte. Die Betrachtung, dass beim Verkohlen roher Brennstoffe viel Kohlenstoff und sämmtlicher Wasserstoff nutzlos verloren geht, dass geringere Qualitäten, Abgänge etc. gar nicht benutzt werden können, musste nothwendig die Idee anregen, jedes, auch das schlechteste Brennmaterial durch eine Art trockener Destillation oder beschränkter Verbrennung zu zersetzen, um neben der Kohle noch Kohlenoxyd, Kohlenwasserstoff und Wasserstoffgas zu erhalten.

Erst seit wenigen Jahren versucht, ist diese Anwendung der Gase natürlich noch weit entfernt, vollkommen zu sein. Die Construction der zur Gasbildung nöthigen Oefen lässt noch viel zu wünschen übrig. Das Fortreissen der Asche im Gasstrome, die Schwierigkeit, die Gase gleichmässig zu erzeugen, ihr Hervordringen und Explosionen zu verhindern, ihr Gehalt an Wasserdampf und manche andere Umstände sind noch in Betracht zu ziehen, ehe genau festgestellt werden kann, welchen Brennwerth ein Gas besitzt. Ist seine Zusammensetzung bekannt, so ergiebt sich die zu seiner Verbrennung erforderliche Luftmenge, wenn man weiss, dass

1 Vol.	Kohlenoxyd . .	+ $^1/_2$	Vol.	Sauerstoff	= 1	Vol. Kohlens.
1 „	Grubengas . .	+ 2	„	„	= 1	„ „
1 „	Oel bildendes Gas	+ 3	„	„	= 2	„ „
1 „	Wasserstoffgas .	+ $^1/_2$	„	„	= 1	„ „

Nach den vorhandenen Untersuchungen, die indessen noch erweitert werden müssen, enthalten 100 Vol. des Gases

	von Holz	Torf
Kohlenoxyd	20—30	22
Wasserstoff	10—20	6—9

Ausserdem ist wohl immer eine gewisse Menge Kohlenwasserstoff (Grubengas) vorhanden, worauf indessen die Untersuchung nicht Rücksicht genommmen hat.

Die nicht brennbaren Bestandtheile der Gase bestehen in allen Fällen aus Kohlensäure und Stickgas (Wasserdampf).

Wenn man berechnet, wie viel Sauerstoff dem Gewichte nach solche Gase zur Verbrennung bedürfen, so lässt sich ihre absolute Heizkraft berechnen. Verglichen mit der des Kohlenstoffs, ist sie nach *Scheerer* für Holzgas im Mittel = 0,13, für Torfgas 0,092. Die specifische Heizkraft würde bei jenem = 0,000169,

bei diesem = 0,00012 sein, so dass sie mithin sehr gering ist. Die Verbrennungstemperatur würde resp. 1712° und 1525° betragen.

Der *Anthracit*, d. h. sehr magere Steinkohle, wird in Wales, Südschottland und in den Vereinigten Staaten zum Hohofenbetriebe angewendet, wie wir weiter unten noch näher sehen werden. Er enthält, nach Abzug der Asche, ungefähr 90 bis 98 Proc. Kohlenstoff, ausserdem Wasser-, Sauer- und Stickstoff; bei einigen Anthraciten soll der Sauerstoff wegfallen.

Drittes Capitel.

Die Gebläse.

Allgemeine Regeln, welche bei der Construction eiserner Cylindergebläse zu berücksichtigen sind.*)

Wenn man eine Reihe von Maschinen und Apparaten derselben Art in Beziehung auf die Wirkungen ihrer verschiedenen Theile beobachtet, so kann man mit der erforderlichen Sachkenntniss und Aufmerksamkeit an den gleichnamigen Theilen verschieden grosser, aber gleichartiger Maschinen und Apparate solche Uebereinstimmungen finden, um daraus Reihen abzuleiten und die fehlenden Glieder zu interpoliren, in denen auch jene Theile in zweckmässigen Verhältnissen ausgedrückt sind, welche gleichartigen Maschinen und Apparaten entsprechen, deren Dimensionen in der Wirklichkeit nicht vorhanden sind. Durch solche Reihen gelangt man zu allgemeinen Ausdrücken, die sich innerhalb gewisser Grenzen so lange mit Vortheil anwenden lassen, bis gründlichere Erfahrungen eine Correctur oder Umgestaltung solcher praktischen Formeln erforderlich machen. Sie gelten daher, wie gesagt, immer nur innerhalb gewisser Grenzen, nämlich innerhalb des Bereichs der Beobachtungen, auf die sie sich durch Ableitungen beziehen, wie folgendes Beispiel deutlich zeigen wird.

Es sei M = der Windmenge, die ein Hohofen in einer Minute benöthigt, und D = dem Durchmesser des Kohlensackes, so ergiebt sich aus einer *sehr grossen Reihe von Beobachtungen* die praktische Formel für die kleinste Windmenge, die ein Hohofen benöthigt: $M = 0{,}785\ (34 - D)\ D^2$ und für die grösste: $M = 1{,}1\ (34 - D)\ D^2$, und man reicht bei dem gegenwärtigen Stande des

---

*) Es werden diese trefflichen Bemerkungen über die Cylindergebläse aus einer Arbeit des Herrn *von Mayrhofer*, Hüttenbeamten zu Wittkowitz, in *Kraus'* Jahrbuch für den Berg- und Hüttenmann des österreichischen Kaiserstaates für das Jahr 1852 (Wien 1852) entnommen.

Wissens mit diesen Formeln für alle Hohöfen von 5 bis 20 Fuss Kohlensackdurchmesser vollkommen aus. Aber für viel grössere oder kleinere, bis jetzt noch nicht versuchte Dimensionen sind die Formeln nicht geeignet, und noch weniger für eine Verfolgung der Fälle in das Unendliche, denn: setzt man $D = \infty$, d. h. D unendlich gross, so zeigen die Formeln, dass der Hohofen nicht nur keinen Wind benöthigen würde, sondern dass man aus demselben eine unendlich grosse Windmenge auspumpen sollte. — Es haben sonach die praktischen Formeln ausser den Grenzen der Erfahrungsreihe ihre Mängel und häufig gar keine Anwendbarkeit; aber sie sind doch in allen jenen Fällen sehr wichtig, wo sie innerhalb der Grenzen der Erfahrungen hinein, oder doch wenigstens über diese Grenzen nicht weit hinaus fallen, und auf theoretischem Wege nicht alle Umstände, die bei dem zu berechnenden Gegenstande obwalten, einbezogen werden können.

Herr *von Mayrhofer* hat das Obige den weiter unten folgenden Bemerkungen über die Cylindergebläse vorausgeschickt, um zu zeigen, welche Ausdehnung man solchen praktischen Formeln in der Anwendung zutheilen darf. Wir schliessen hieran noch einige sehr wichtige Bemerkungen über *die den Hohöfen mitzutheilende Windmenge*, welche die französischen Ingenieure Laurens und Thomas im 8. Bande der *Publication industrielle* von Armengaud mitgetheilt haben. Man hat nämlich durchaus keine genauen und allgemein angenommenen Daten über diese Luftmenge, und hat daher die Gebläse häufig entweder zu klein oder zu gross gemacht, wodurch sowohl in technischer als in ökonomischer Beziehung grosse Missstände hervorgingen.

Wenn man dahin gelangte, das zur Speisung eines Hohofens erforderliche Luftvolum ganz genau zu bestimmen, so würde es stets erforderlich sein, dem Gebläse einen Ueberschuss von Kraft zu geben; jedoch ist jenes durchaus nicht der Fall, und man kann die Bestimmung nur stets innerhalb gewisser Grenzen machen. Es würde daher besonders in Beziehung auf den Hüttenhaushalt sehr interessant sein, eine Regel aufzustellen, die zur Bestimmung der Dimensionen eines Gebläses sich auf die grösste Luftmenge basirt, die einem Hohofen durch die Formen zugeführt werden kann.

Die Regel, welcher sich die Herren *Thomas* und *Laurens* bei der Construction der Gebläse bedienen, beruht auf der Annahme, dass die durch die Formen einem Hohofen zugeführte Luftmenge höchstens diejenige erreichen müsse, welche zur Verwandlung der durch die Gicht aufgegebenen reinen Kohle in Kohlenoxyd erforderlich sei. Es folgt aus dieser Annahme, dass das Luftvolum, auf 0° und auf 0,76 Meter Pressung zurückgeführt, welches in 1 Minute eingeblasen wird, *höchstens* 4,41 Kubikmeter auf jedes Kilogr. festen Kohlenstoff (82 rhein. Kubikf. auf 1 Köln. Pfd.), der in derselben Zeit verbrannt worden, betragen müsse. Es wird der Ausdruck fester Kohlenstoff angewendet, da die gewöhnliche Kohle, unabhängig von der Asche und von dem hygrometrischen Wasser, eine gewisse Menge flüchtiger Stoffe enthält,

die nur durch eine länger fortgesetzte Calcination vollständig entfernt werden können. Diese flüchtigen Substanzen und der Kohlenstoff, den sie enthalten, so wie auch das Wasser und die Asche, müssen in der Berechnung abgezogen werden, denn sie verlassen die Kohle in einer Gegend des Ofens, in der die Luft nicht auf sie einwirken kann.

Nimmt man Holzkohle von mittler Beschaffenheit, die 7 Proc. Wasser, $2^1/_2$ Proc. Asche und 14 Proc. flüchtige Stoffe enthält, so findet man, dass jedes Kilogr. aufgegebene Kohle nur 0,765 Kilogr. fester Kohle darstellt. Diese Zahl giebt uns 3,374 Kubikm. Luft für jedes Kilogr. aufgegebene Kohle (51 Kubikf. auf 1 Pfd.). — Koaks von mittler Beschaffenheit mit 5 Proc. Wasser, 3 Proc. flüchtigen Stoffen, 12 Proc. Asche würden aus 0,860 Kilogr. feste Kohle von jedem Kilogr. aufgegebenen Koaks geben. Wir folgern daraus, dass man höchstens 3,528 Kubikm. Luft für jedes Kilogr. Koaks (53 Kubikf. auf 1 Pfd.) nöthig habe.

Wir müssen hier bemerken, dass nicht alle in einen Hohofen gelangende Kohle verzehrt wird, und dass von ihrer Menge die sehr verschiedenartigen und folglich schwierig zu schätzenden Verluste abgezogen werden müssen. Es gelangt Kohle in die Schlacke, und es ist die Ursache dieses Verlustes mit der grössern oder geringern Zerreiblichkeit des angewendeten Brennmaterials verschieden. Ein kleiner Theil Kohle wird auch durch die Kohlung des Eisens absorbirt. — Andererseits veranlasst auch der Weg, den die Kohle durch die ganze Höhe des Hohofens zurücklegt, die constante Bildung einer gewissen Quantität feinen Staubes, der grösstentheils durch die Gicht ausströmt. Diese Staubbildung, die durch die Einrichtung des Apparates selbst veranlasst wird, ist ein der Aufmerksamkeit würdiger Umstand, der zu einer nützlichen Folgerung führt. Gewisse Thatsachen veranlassen uns hier zu der Meinung, dass dieser Staub eine, obschon indirecte, Rolle bei der Verkohlung des Roheisens spielt

Wendet man diese Data auf einen Holzkohlen-Hohofen an, der täglich 4000 Kilogr. Roheisen, mit einem Aufwande von 1200 Kilogr. Kohlen auf die Tonne (1000 Kilogr.) Roheisen, producirt, so müsste das Gebläse 11,241 Kubikm. (354 Kubikf.) in der Minute liefern. — Das Gebläse eines Koaks-Hohofens, der täglich 20 Tonnen Roheisen mit einem Verbrauch von 1400 Kilogr. Koaks auf die Tonne erzeugt, müsste in der Minute 68,60 Kubikm. (2220 Kubikf.) durch die Formen in den Ofen führen. Man hat bei diesen Berechnungen einen regelmässigen Gang des Ofens, ein constantes Blasen und Wind von 0 Grad und 0,76 Met. Pressung angenommen.

Bei diesen Windmengen sind jedoch die Verluste nicht berücksichtigt, welche durch ein Zurückströmen des Windes in den Formen veranlasst werden können. Sie sind nach der grössern oder geringern Sorgfalt, die man auf die Lage der Düsen in der Form verwendet, verschieden, allein man kann sie unter gewissen Umständen auf $^1/_4$ des ganzen, von dem Gebläse ausgeströmten

Volums abschätzen. Bei geschlossenen Formen kann man jedoch diesen Verlust nicht ganz unberücksichtigt lassen.

Man kann diese Berechnungen, unter Berücksichtigung der obigen Verluste, recht gut mit der Ziffer 4,60 Kubikm. (d. h. 70 Kubikf. auf 1 Pfd. Kohle) machen. Von den Verlusten, die durch eine schlecht construirte, oder schlecht unterhaltene Maschine veranlasst werden, können wir hier freilich nicht reden.

Die hier dargelegte Regel wurde aus der Theorie der Hohöfen abgeleitet, nach welcher das Kohlenoxyd eine wesentliche Rolle bei den hervorgebrachten Reactionen spielt. Diese Theorie ist bis jetzt dieselbe geblieben, wie sie ihr gelehrter Autor, Herr Oberbergingenieur *Leplay* zu Paris, aufgestellt hatte; die neueren analytischen Arbeiten haben sie weder verändern, noch, in Beziehung auf die Frage der Kohlung des Eisens, ergänzen können. Diese Theorie besteht im Wesentlichen darin, dass die durch die Formen in den Hohofen geführte Luft zuvörderst Kohlensäure erzeugt, die, nachdem sie einen nur kleinen Theil der glühenden Masse durchströmt hat, gänzlich in Kohlenoxyd verwandelt wird. Wir bemerken beiläufig, dass wir auch zu der Annahme veranlasst werden, der sogenannte Schmelzpunkt müsse ganz in der Nähe der Formen vorhanden sein.

Da man in den Gichtgasen den Stickstoff der eingeführten Gebläseluft wiederfindet, so müsste die Analyse dieser Gase die Frage, deren Elemente anderweitig untersucht worden sind, vollständig lösen. Industrielle Analysen, d. h. solche, die man des Zwecks wegen, den man damit beabsichtigt, anstellt, bieten nicht hinreichende Genauigkeit dar, um scharfe Folgerungen daraus machen zu können. Die anderen Analysen aber gewähren, ohnerachtet des wissenschaftlichen Apparates, mit dem man sie umgeben hat, durchaus nicht den gehörigen Grad der Gewissheit, den man in der Wissenschaft findet. Jedenfalls hat der Gegenstand sehr grosse Schwierigkeiten.

Obgleich nun die bekannten Analysen nicht mit einander übereinstimmen, so widersprechen sie doch der oben dargelegten Meinung über das höchste Luftvolum, welches zur Speisung der Hohöfen erforderlich ist, nicht.

Die für die Hohöfen aufgestellte Regel lässt sich auch auf die Frischfeuer anwenden. In einer bemerkenswerthen Arbeit über diesen Gegenstand, in den Annales des Mines von 1840, hat der Ingenieur *Thirria* die Meinung ausgesprochen, dass die durch die Form eingeführte Gebläseluft den Verbrennungsraum des Herdes als Kohlenoxyd und nicht als Kohlensäure verlasse.

Die meisten metallurgischen Schriftsteller nehmen an, dass die fast vollständige Verbrennung der Kohle in den Hohöfen durch die mittelst der Formen einströmende Gebläseluft bewirkt werde, während in der Wirklichkeit dadurch höchstens die Kohle in Kohlenoxydgas verwandelt werden kann. Das Endresultat der Wirkung der Luft ist daher nur die halbe Verbrennung der Kohle.

Herr *Richard*, Hütteningenieur zu Seraing in Belgien, bemerkte

1849 über die den Hohöfen zuzuführende Luftmenge: „Eine für die Theorie der Roheisen-Erzeugung interessante Frage ist ohne Zweifel die wegen der in den Hohofen geführten Luftmenge. Mehrere Autoren nehmen sie zu 8 Kubikm. auf jedes Kilogr. des Brennmaterialverbrauchs — 120 Kubikf. auf 1 Pfd. — an.“ Diese Data beruhen aber wahrscheinlich auf Versuchen, die mit Hohöfen angestellt wurden, bei denen viel Wind in dem Raume zwischen Form uud Düse verloren ging. Zu Seraing, wo dieser Raum durch einen konischen, die Düse umgebenden, beweglichen Stöpsel verschlossen ist, findet man unter denselben Voraussetzungen nicht mehr als 4 bis 5 Kubikm. Luft auf 1 Kilogr. Koaks — 60 bis 75 Kubikf. auf 1 Pfd. — Auch dies scheint in Bezug auf die Gasanalysen noch viel zu sein.

Ueber die *Construction der Gebläse* giebt Herr *v. Mayrhofer* folgende Regeln:

Die Menge des Windes, den das Gebläse zu liefern hat, muss bekannt sein; ebenso die Pressung, welche dem Winde gegeben werden muss.

Die kleinste Windmenge, bei der ein Hohofen noch gut geht, ist $= 0{,}785\ (34 - D)\ D^2$ Kubikf. in 1 Minute, und die grösste, mit der man für alle Fälle ausreicht $= 1{,}1\ (34 - D)\ D^2$ Kubikf. in 1 Minute.

Die Pressung bei Hohöfen ist:

für vegetabilische Brennmaterialien von $\frac{n}{13}$ bis $\frac{n}{7}$ Pfd.

für mineralische „ „ $\frac{n}{15}$ bis $\frac{n}{10}$ „

Hier ist $D =$ dem Kohlensackdurchmesser in Fussen und n = dem Gewichte von 1 Kubikf. Brennmaterial in Pfunden.

Die beim Kupolofen erforderliche Windmenge hängt mehr von der Menge Eisen, welche in einer Stunde niedergeschmolzen werden soll, als vom Durchmesser des Ofens ab; ist demnach die Anzahl Pfunde Eisen, welche in einer Stunde niedergeschmolzen werden kann $= N$ Pfd., so ist die Menge Wind in 1 Minute $= 0{,}32\ N$ Kubikf.

Die Pressung für Holzkohlen ist von 8 bis 16 Linien Quecksilber
„ „ „ Koaks „ „ 12 „ 24 „ „

Ein Feineisenfeuer für eine Form in jeder Minute 120 Kubikf. bei einer Pressung von beiläufig 2 Pfd.

Ein Frischfeuer in 1 Minute 300 Kubikf. bei einer Pressung von $^3/_4$ bis 1 Pfd.

Ein Streckfeuer in 1 Minute 150 Kubikf. bei einer Pressung von $^1/_2$ bis $^3/_4$ Pfd.

Ein Schmiedefeuer für Holz- oder Steinkohlen in 1 Minute 60 bis 100 Kubikf. bei einer Pressung von $^3/_8$ bis $^1/_2$ Pfd.

Ein Puddel- oder Schweissofenfeuer zu *jeder* $^5/_8$ Zoll weiten Düsenröhre, deren 9 bis 13 Stück in Anwendung kommen, 12 Kubikf. bei einer Pressung von 3 Linien.

Die oben aufgeführten Windmengen sind die *effectiven*, die bei den verschiedenen Manipulationen gebraucht werden; aber durch den unvermeidlichen schädlichen Raum im Cylinder, die Undichtigkeit der Liederung und den Zeitverlust beim Ventilspiele ist die effective Windmenge kleiner, als die theoretische, und zwar je grösser die Pressung des Windes ist, desto abweichender sind die Verhältnisse zwischen der effectiven und theoretischen Windmenge.

Die durch die Erfahrung ermittelten durchschnittlichen Verhältnisse, *bei 2 Cylindern an einem Gebläse*, sind folgende, wobei M die gegebene effective Windmenge bezeichnet.

Bei	einer	Windpressung	von	13	Zoll	Wassersäule	1,25 M
„	„	„	„	26	„	„	1,29 M
„	„	„	„	39	„	„	1,33 M
„	„	„	„	52	„	„	1,38 M
„	„	„	„	65	„	„	1,43 M
„	„	„	„	78	„	„	1,47 M
„	„	„	„	103	„	„	1,50 M.

Die Zahlen beziehen sich auf Gebläse von mittelmässiger Unterhaltung.

Hat das Gebläse nur einen Cylinder, dann sind die Unterschiede zwischen der effectiven und der theoretischen Windmenge etwas kleiner, und wachsen mit der Anzahl der Cylinder. —

Bei den hohen Pressungen, wie sie jezt bei den Hohöfen und den Feinfeuern gebraucht werden, hält eine Leinwandliederung am besten aus, und man theilt ihr die in nachstehender Tabelle enthaltenen Masse zu:

Bei einer Windpressung von:	Dicke der Liederungen. Zoll.	Breite der Felgen. Zoll.
½ Pfd. pr. Quadratzoll	2	3
1 „ „ „	3	4
2 „ „ „	4	5
3 „ „ „	5	6

Von gutem Zwillich gehen 16 bis 18 Blätter auf 1 Zoll Dicke, und die Dauer einer solchen Liederung ist 6 bis 10 Jahre. —

Wenn man $^1/_{35}$ des Kolbendurchmessers zum Durchmesser der Kolbenstange nimmt, so kann diese bei der grössten Windpressung, die bei Hohöfen in Anwendung kommt, nicht abreissen; aber die Kolbenstange hat nicht nur die Zug- und Druckkraft auszuhalten, sondern sie hat auch den Kolben in der horizontalen Lage, beim Rumpeln des Gebläses, welches bei einer zu wenig angezogenen Liederung häufig vorkommt, zu erhalten; es muss daher der Kolbenstange eine grössere Stärke ertheilt werden, die ebenfalls grösstentheils vom Durchmesser des Kolbens abhängt.

Um brauchbare Stärken der Kolbenstangen, die den Biegungen widerstehen, zu erhalten, muss man bei kleinerem Gebläse viel mehr zugeben, als bei grossem. Für die Praxis kann man sich an folgende Zahlen halten.

Für 1 Fuss Kolbendurchmesser,	2 Zoll Kolbenstangendurchmesser
„ 2 „ „	$2^1/_4$ „ „
„ 3 „ „	$2^1/_2$ „ „
„ 4 „ „	$2^3/_4$ „ „
„ 5 „ „	3 „ „
„ 6 „ „	$3^1/_4$ „ „

Ist die Höhe der Gebläsecylinder nicht durch andere Umstände bestimmt, dann setze man den Durchmesser des Cylinders zur Hubhöhe wie 3 : 4, was bei Dampfmaschinen, wo man dem Gebläsekolben dieselbe Hubhöhe zutheilt, wie dem Dampfkolben, nur in besonderen Fällen mit Vortheil geschieht.

Zu Einlassventilen bedient man sich in der Regel der Klappen, deren Länge zur Breite wie 3 : 2, selten wie 2 : 1 oder 1 : 1 genommen wird. Man lässt diese Ventile 18 bis 20 Grade, d. i. $^1/_3$ ihrer Breite aufgehen, und macht sie so gross, dass der dem Kolben nachströmende Wind keine grössere Geschwindigkeit als 30 Fuss in einer Secunde anzunehmen hat, weil bei einer grössern die Ventile schlagen.

Ist v = der Geschwindigkeit des Gebläsekolbens, F = dem Flächeninhalte desselben, L = der Länge und B = der Breite des Ventils, dann lassen sich aus der Gleichung $v\,F = 90\,L\,B$ die Dimensionen von L und B bestimmen, wenn das Verhältniss, in welchem sie zu einander stehen sollen, festgesetzt ist.

Trifft es sich, wie es bei grossen Gebläsen und Kolbengeschwindigkeiten der Fall ist, dass bei der Anwendung eines einzigen Ventils *dieses* zu grosse Dimensionen bekommen würde, dann macht mau 2 bis 3 Ventile.

Das Verhältniss von L : B nimmt man gewöhnlich und am vortheilhaftesten wie 3 : 2 an, und dann ist

$$B = \sqrt{\frac{v\,F}{135}}$$

$$\text{und} \quad L = \frac{3}{2}\,B.$$

Die Ventile müssen so angeordnet werden, dass sie gegen die Kolbenstange zu aufgehen, weil sich auf diese Weise der Cylinder am leichtesten mit Luft füllt.

Die Auflage der Ventile soll rings um die Oeffnung nicht unter $^1/_2$ und nicht über $^3/_4$ Zoll betragen, um einerseits einen gehörigen Verschluss zu erhalten, und andererseits das Ventil, welches so leicht, als es unbeschadet der Festigkeit geschehen kann, gemacht werden muss, nicht unnöthig zu belasten. Die Breite des Streifens, mit dem das Ventil auf dem Ventilsitz aufliegt, muss den durch die Formel gefundenen Grössen hinzugefügt werden.

Die Auslassventile macht man in manchen Fällen etwas kleiner als die Einlassventile, weil zu grosse Auslassventile beim langsamen Kolbenwechsel nicht mit *einem* Schlage zubleiben, sondern klappern, was einen Windverlust und ein Stossen des Windes verursacht. Macht man die Oeffnung des Auslassventils, d. h. die

Oeffnung, die durch das Aufgehen des Auslassventils entsteht, so gross wie den Querschnitt der Windleitung, in die das Ventil ausmündet, so ist sie zureichend. —

Um die Windmenge, die ein Gebläse effectiv leistet, zu bestimmen, muss man die Geschwindigkeit aus dem Druck, der in der *Nähe* der Düsen oder Ausströmungsöffnungen stattfindet, berechnen.

Herr *v. Mayrhofer* hat Tabellen berechnet, in denen die jeder Pressung entsprechende Geschwindigkeit und Windmenge angegeben ist; ferner eine andere Tabelle mit dem Flächeninhalt der Düsen in Quadratzollen und Quadratfussen, so wie auch endlich eine dritte Reihe von Tabellen, in denen die hauptsächlichsten Dimensionen und Verhältnisse für Dampfmaschinen von 1 bis 100 Pferdekraft, die mit einem Gebläsecylinder verbunden sind, aufgeführt worden. Die Mittheilung dieser trefflichen Tabellen würde uns jedoch hier zu platzraubend sein, weshalb wir auf unsere, leicht zugängliche, Quelle verweisen müssen.

Obgleich 2 Cylinder an einem Gebläse viel bessere Dienste leisten, als ein einziger, und durch die Gleichförmigkeit des Windes zur Kohlensparung wesentlich beitragen, so zieht man doch bei Dampfmaschinen der Einfachheit des Mechanismus wegen für gewöhnlich vor, nur *einen* Gebläsecylinder in Anwendung zu bringen, und die Ungleichförmigkeit des Windes durch einen grossen Regulator möglichst unschädlich zu machen.

Soll das Gebläse mittelst eines Wasserrades betrieben werden, dann muss man dem Wasserrade dieselbe Leistungsfähigkeit zutheilen, wie der Dampfmaschine. Die Anzahl der Pferdekräfte der verschiedenen Wasserräder findet sich für gute Constructionen in folgenden Formeln ausgedrückt:

a) Für *unterschlächtige* Räder mit *ebenen* Schaufeln, so lange die Geschwindigkeit $v = 0,65\ V$ bleibt, ist die Anzahl der Pferdekräfte $= 1,1\ Q\ (V - v)\ v$.

b) Für Räder mit *unvollständigem Kropfgerinn* und *ebenen* Schaufeln, so lange die Geschwindigkeit $v = 0,6\ V$ bleibt, ist die Pferdekraft $= 42,3\ Q\ (h + 0,032\ (V \cos.\ \alpha - v)\ v)$.

c) Für Räder mit *vollständigem Kropfgerinn* und *ebenen* Schaufeln, so lange die Geschwindigkeit $v = 0,55\ V$ und $V = 5$ bis 7 Fuss in einer Secunde bleibt, ist die Pferdekraft

$$= 45,1\ Q\ (h + 0,032\ (V \cos.\ \alpha - v)\ v).$$

d) Wasserräder mit *gebrochenen* Schaufeln und *vollständigem* Kropfgerinn, das höher als der Halbmesser des Rades ist, berechnet man wie oberschlächtige Räder und zieht vom Resultat 4 bis 6 Proc. ab.

e) Bei *unterschlächtigen* Wasserrädern mit *gekrümmten eisernen* Schaufeln (Poncelet'sche Räder) bei einer Geschwindigkeit $v = 0,55\ V$ ist die Anzahl der Pferdekräfte

für Gefälle bis 4 Fuss $= 1,42\ Q\ (V - v)\ v$
„ „ über 4 bis 5 Fuss $= 1,32\ Q\ (V - v)\ v$
„ „ „ 5 „ 6 „ $= 1,22\ Q\ (V - v)\ v$
„ „ „ 6 „ 7 „ $= 1,12\ Q\ (V - v)\ v$
„ „ „ 7 Fuss $= 1,02\ Q\ (V - v)\ v$.

Für *oberschlächtige* Wasserräder mit *gebrochenen* Schaufeln, wo die Geschwindigkeit v = 0,5 V = 3 bis 4 Fuss in einer Secunde ist, hat man die Anzahl Pferdekräfte

$$= 44{,}01\ Qh + 1{,}82\ Q\ (V \cos.\ \alpha - v)\ v.$$

Für *oberschlächtige* Wasserräder mit *gekrümmten* eisernen Schaufeln bei derselben Geschwindigkeit wie bei den vorigen ist die Anzahl Pferdekräfte $= 45{,}00\ Qh + 1{,}85\ Q\ (V \cos.\ \alpha - v)\ v$.

In diesen Formeln bezeichnet

v = Geschwindigkeit des Rades im Theilriss;
V = " " einströmenden Wassers;
Q = Wassermenge in einer Secunde in Kubikfussen;
h = Höhe, um welche das Wasser von seinem Eintritt ins Rad bis zum tiefsten Punkte des Rades sinkt.
α = Winkel der Tangente der Curven, nach welcher der Wasserstrahl auf das Rad fällt (Parabel), und der Tangente des Rades am Aufschlagspunkt (wo das Wasser auf das Rad trifft). Bei einer guten Construction ist immer der Winkel α sehr klein, und kann daher = o genommen werden, und dann ist cos. $\alpha = 1$ und fällt in der Formel weg, 1 Pferdekr. = 75 Kilogrammeter = 424 Pfd. angenommen.

Diese Formeln sind bei gut construirten neuen hölzernen Rädern bis auf 5 Proc. richtig; aber alle hölzernen Räder verlieren nach und nach durch die Verminderung ihrer Festigkeit einige Proc. Nutzeffect.

Um die Breite eines Wasserrades zu finden, berechnet man nach den localen Umständen die Anzahl Pferdekräfte eines Wasserrades von 1 Fuss Breite, und man wird dann leicht finden, wie breit das Rad gemacht werden muss, um den nöthigen Effect hervorzubringen; nur vergesse man nie in Betracht zu ziehen, ob man zu allen Zeiten Wasser genug hat.

Berechnung der aus Düsen strömenden Windmenge*).

Director *Tunner* hat in seinem Hammermeister eine äusserst bequeme Tabelle gegeben, aus welcher die Windmenge reducirt auf mittlern Barometerstand und 0 Grad Temperatur zu entnehmen ist, wenn die Pressung des kalten Windes und der Düsenquerschnitt gegeben ist, und umgekehrt. Diese Tabelle wird in Folgendem in unveränderter Form, jedoch nach den neueren richtigeren Formeln berechnet wiedergegeben, indem der *Tunner*'schen Tabelle die irrigen Formeln der ältern Ansicht zu Grunde liegen, als hätte der aus Düsen ausströmende Wind noch immer die Spannung der innern dichten Luft, während er im Gegentheil seine Geschwindigkeit eben dadurch erlangt, dass er sich von der grössern Spannung der Luft im Regulator oder in der Röhrenleitung auf

*) Es hat diese gänzlich praktische Berechnung den k. k. Kunstmeister Hrn. *Gustav Schmidt* zum Verfasser, und ist im „Bergwerksfreunde", Bd. XVII, Nr. 18 und 19 abgedruckt.

die kleinere Spannung der äussern atmosphärischen Luft expandirt, und weil in jener Tabelle nicht nach den strengrichtigen logarithmischen Formeln, sondern nach den Näherungsformeln gerechnet ist. Wenn gleich diese Fehler der Tabelle für die äussersten Grenzen derselben nur $7\frac{1}{2}$ Proc. der Windmenge betragen, so lohnt es sich doch der Mühe, diese so oft zur Anwendung kommende Tabelle mit den genannten Correcturen zu versehen und für den Gebrauch bei Koaks und Kupolöfen mit respectiven höheren Pressungen und grösseren Düsen fortzusetzen.

Es bezeichne

h die Wasserhöhe des Windmessers in Fussen*);

H = 32,68 Wiener Fuss, die dem mittlern Barometerstande entsprechende Wassersäule (entsprechend 76 Centimeter, oder 346 Wiener Linien Quecksilbersäule, und dem Druck von 10333 Kil. pr. Quadratmeter (oder 1844 Wiener Pfd. pr. Quadratfuss, oder 12,8 Pfd. pr. Quadratzoll).

γ = 56,4 Pfd. das Gewicht eines Kubikfusses Wasser bei 0° Temperatur (oder γ = 767 Pfd. für Quecksilber).

γ_0 = 0,07327 Pfd. das Gewicht eines Kubikfusses atmosphärischer Luft beim mittlern Barometerstand und bei 0° Temperatur.

$\Delta = \frac{\gamma}{\gamma_0}$ = 770 die Verhältnisszahl der Dichte des Wassers bei 0 Grad Temperatur gegen die Dichte der Luft bei 0 Grad Temperatur und den mittlern Barometerstand.

t die Temperatur des ausgeblasenen Windes nach dem Thermometer des *Réaumur;*

t_0 die Temperatur der vom Gebläse zu saugenden Luft, welche hier mit 8° R. oder 10° C. angenommen wird, und der von der Tabelle angegebenen Luftmenge zu Grunde liegt;

b = 0,0047 der Ausdehnungscoefficient der Luft pr. 1° *Réaum.*, übereinstimmend mit dem von *Redtenbacher* benutzten *Gay-Lussac*'schen Coefficienten 0,00375 pr. 1° C., der ein wenig grösser ist, als bei vollkommen trockener Luft, für welches 0,00366 entsprechen würde. (*Valerius* setzt sogar 0,004 pr. 1° C. wegen der Feuchtigkeit der Luft.)

g = 31′ die Beschleunigung der Schwere;

A = der Querschnitt der Düse in Quadratfussen;

c die Ausströmungsgeschwindigkeit in Fussen pr. 1 Secunde;

k der Contractionscoefficient, von *Tunner* bereits, so wie in *Redtenbacher's* Resultaten für den Maschinenbau für konische Ansatzröhren mit einer Neigung von etwa 3° angegeben = 0,92 $(1-0{,}079\sqrt{h})$, wenn h die oben angegebene Bedeutung in österr. Mass hat;

M die pr. 1 Secunde durch die Düse strömende Luftmenge in Wiener Kubikfussen, gemessen unter dem mittlern Atmosphärendruck H und der mittlern Temperatur t_0.

*) 1 Linie Quecksilber = 1,13327″ Wassersäule = $1\frac{2}{15}$″.

Nach *Redtenbacher's* Resultaten hat man die Formel für die Ausflussgeschwindigkeit reducirt auf österr. Mass:

$$(1)\quad c = \sqrt{2\ g\ m\ \text{log. nat.}\left(\frac{H+h}{H}\right)}\ \text{oder}$$

$$(2)\quad c = \sqrt{2\ g\ m \times 2{,}303\ \text{log. vulg.}\left(\frac{H+b}{H}\right)}$$

wobei der Factor m den Werth hat.

$$(3)\quad m = \frac{H\ .\ \gamma}{\gamma^0}(1 + b\ t) = H\ \triangle\ (1 + b\ t).$$

Um die gewöhnlich gebrauchte Näherungsformel zu erhalten, löst man den log. in (1) in eine Reihe auf, von der man blos das erste Glied beibehält, nämlich:

$$\text{log. nat.}\left(\frac{H+h}{H}\right) = \text{log. n.}\left(1 + \frac{h}{H}\right) =$$

$$\frac{h}{H} - \frac{1}{2}\left(\frac{h}{H}\right)^2 + \frac{1}{3}\left(\frac{h}{H}\right)^3 - \ldots$$

wofür $\frac{h}{H}$ gesetzt wird. Dadurch übergeht (1) in

$$c = \sqrt{2\ g\ m\ \frac{h}{H}} = \sqrt{2\ gh\ \frac{m}{H}}$$

Daher wegen (3) für *erhitzten* Wind

$$(4)\quad c = \sqrt{2\ g\ h\ \triangle\ (1 + b\ t)} = 218{,}5\ \sqrt{h\ (1 + b\ t)}$$

und für kalten Wind

$$c = \sqrt{2\ g\ h\ \triangle\ (1 + b\ t_0)} = 218{,}5\ \sqrt{h\ (1 + b\ t_0)}$$

$$(5)\quad c = 222{,}6\ \sqrt{h}$$

während die Formel, nach welcher *Tunner's* Tabelle gerechnet ist, heisst:

$$c = 222{,}7\ \sqrt{h.\ \frac{H}{H+h}}.$$

Den Werth (3) in der Formel (2) substituirend, erhalten wir:

$$c = \sqrt{2\ g\ .\ 2{,}303\ \triangle\ H\ (1 + b\ t)\ \text{log vulg.}\left(\frac{H+h}{H}\right)}$$

$$c = \sqrt{62\ .\ 2{,}303\ .\ 770\ .\ 32{,}7\ (1 + b\ t)\ \text{log. vulg.}\ (1 + 0{,}0306\ .\ h)},$$

oder für *heissen* Wind

$$(6)\quad c = 1896\ \sqrt{(1 + b\ t\ )\ \text{log. vulg.}\ (1 + 0{,}036\ h)},$$

, über die a

messer der Düse

	19	20	21
3	,0137	.0152	,0167

;e per Minute in

,5	47,5	52,5	58
,5	66,5	73,5	81,5
,5	80,5	89,5	98,5
	92,5	102,5	113

und für *kalten* Wind

$$(7)\ c = 1931 \sqrt{\text{log. vulg. } (1 + 0{,}0306\ h)}.$$

Um den Unterschied der Formeln anschaulich zu machen, setzen wir den grössten Werth von h in der *Tunner*'schen Tabelle, nämlich $h = 3'$ in die Formeln (5) und (7) für kalten Wind.

Die richtige Formel (7) giebt $c = 377{,}4'$;
die Näherungsformel (5) $c = 385{,}5'$ um 2,2 Proc. zu gross;
die *Tunner*'sche Tabelle $c = 368{,}8$ um 2,2 Proc. zu klein.

Das Volumen des ausströmenden Windes unter dem äussern Druck und der Temperatur t, ist $= kAc$. Dieses Volumen auf 0^0 reducirt giebt $\frac{k\ Ac}{1 + b\ t}$ und von 0 auf die gewöhnliche Temperatur $t_0 = 8^0$ R. reducirt, erhält man:

$$M = \frac{k\ Ac}{1 + b\ t}(1 + b\ t_0) = \frac{1{,}0375\ k\ Ac}{1 + b\ t}.$$

Wird hier statt k sein Werth

$$0{,}92\ (1 - 0{,}079 \sqrt{h})$$

und statt c der Werth aus (6) gesetzt, so folgt das Volum der pr. Secunde aus der Düse strömenden erhitzten Luft reducirt auf 8^0 R.

$$M = \frac{1}{1 + b\ t}\Big[1{,}0375 \cdot 0{,}92\ (1 - 0{,}079 \sqrt{h}).$$
$$1896\ A \sqrt{(1 + b\ t) \text{ log. vulg. } (1 + 0{,}0306\ h)}\Big]$$

$$(8)\ M = \frac{1810}{\sqrt{1 + b\ t}}(1 - 0{,}079 \sqrt{h})\ A \sqrt{\text{log. vulg. } (1 + 0{,}036\ h)},$$

und wenn mit kaltem Wind geblasen wird

$$(9)\ Mo = 1777\ (1 - 0{,}079 \sqrt{h})\ A \sqrt{\text{log. vulg. } (1 + 0{,}0306\ h)} =$$
$$0{,}067306\ (1 - 0{,}079 \sqrt{h})\ d^2 \sqrt{\text{log. vulg. } (1 + 0{,}0306\ h)},$$

wenn nämlich $A = \frac{\pi}{4}\left(\frac{d}{144}\right)^2$ eingeführt, wird unter d der Düsendurchmesser in Linien verstanden.

Die Werthe von M_0 multiplicirt mit 60, um sie pr. Minute zu haben, sind in der beigegebenen Tabelle I. zusammengestellt, und die Werthe von 60 M ergeben sich aus jenen von 60 Mo durch Multiplication mit

$$(10)\ \frac{\sqrt{1 + b\ t_0}}{\sqrt{1 + b\ t}} = \frac{1{,}0186}{\sqrt{1 + b\ t}} = Z,$$

(Hieher die grosse Tabelle.)

wobei nochmals bemerkt wird, dass das erhaltene Product M = Mo Z nicht das wirkliche Volum der mit der Temperatur t ausströmenden erhitzten Luft angiebt, sondern bereits das auf 8° R. = 10° C. reducirte Volum. — Die Werthe des Factors Z, durch welchen von der in der Tabelle I. vorausgesetzten Temperatur von 8° R. auf die wirkliche stattfindende Temperatur t des Windes übergegangen wird, sind für die Temperaturen von 10 bis 300° C. oder 8 bis 240° R. in der nachstehenden Tabelle II. zusammengestellt.

Tabelle II.

Temperatur nach		Factor Z.	Temperatur nach		Factor Z.
Cels.	Réaum.		Cels.	Réaum.	
10	8	1.	160	128	0,8053
20	16	0,9824	170	136	0,7960
30	24	0,9658	180	144	0,7870
40	32	0,9499	190	152	0,7784
50	40	0,9348	200	160	0,7700
60	48	0,9204	210	168	0,7619
70	56	0,9065	220	176	0,7540
80	64	0,8934	230	184	0,7464
90	72	0,8807	240	192	0,7389
100	80	0,8687	250	200	0,7318
110	88	0,8571	260	208	0,7248
120	96	0,8459	270	216	0,7180
130	104	0,8351	280	224	0,7114
140	112	0,8248	290	232	0,7050
150	120	0,8149	300	240	0,6988

Vergleichungsweise mit der *Tunner*'schen Tabelle folgt für h = 3' und A, für eine 3zöllige Düse = 0,0491 □' aus (9) M = 14,70 Kubikf. pr. Secunde, oder 882 Kubikf. pr. Minute, hingegen aus der *Tunner*'schen Tabelle 948,3 Kubikf., zu gross um $7^1/_2$ Proc.

Um endlich das *Gewicht* des erhaltenen, auf die Temperatur von 8° R. reducirten Luftvolums, welches vom Gebläse nach Abschlag aller Verluste wirklich geliefert wird, zu berechnen, hat man das gefundene Volum mit 0,07062 zu multipliciren; so erhält man das Gewicht in Wiener Pfunden.

Ist L das pr. 1 Secunde gelieferte Gewicht, so berechnet sich der theoretische Effect des Gebläses nach der Formel:

$$E = M h \gamma = \frac{L}{\gamma} b \gamma = L h \gamma \left(\frac{1 + b t_0}{\gamma}\right)$$

für $t_0 = 8^\circ$ R.

$$E = 800 \text{ L h Fusspfund } (11),$$

oder auch, weil $\gamma = 56{,}4$ Pfd. und 1 Pferdekraft $= 424$ Pfd. ist,

$$E = \frac{56{,}4}{424} M h = \frac{4}{30} M h \text{ Pferdekraft (12)},$$

oder wenn man h nicht in Fussen Wassersäulen, sondern in Linien Quecksilber gegeben hat, wiegen

$$\frac{\gamma}{144} = \frac{767}{144} = 5{,}33$$

$$E = 5{,}33 \; M h \text{ Fusspfund} = {}^{1}/_{80} \; M h \text{ Pferdekraft (13)}.$$

Findet bei den verschiedenen Düsen, denen die Windmenge M, M_2, M_3 ... pr. Secunde entspricht, verschiedene Pressung von h, h_2, h_3 ... Fuss Wassersäule statt, so rechnet man nach der Formel:

$$(14)\; E = 56{,}4 \, (M, h + M_2 h_2 + M_3 h_3 + \ldots) \text{ Fusspfund} = {}^{4}/_{30} \, (M, h + \ldots) \text{ Pferdekraft},$$

oder wenn h, h_2, h_3 ..... in Linien Quecksilberhöhe gegeben sind, nach der Formel:

$$(15)\; E = 5{,}33 \, (M, h, + M_2 h_2 + M_3 h_3 + \ldots) \text{ Fusspfund} = {}^{1}/_{80} \, (M, h, + \ldots) \text{ Pferdekraft, theoretische Betriebskraft.}$$

Nur in dem Falle, dass die Röhren, in welchen die Erhitzung der Luft geschieht, einen verhältnissmässig kleinen Querschnitt haben, wie dies insbesondere bei *Wasseralfinger* Apparaten der Fall ist, ist die Höhe h' in dem Regulator der kalten Luft grösser, als die Manometerhöhe h der heissen Luft, mittelst welcher M und L berechnet wurden, mithin auch der theoretische Gebläse-effect grösser als nach obigen Formeln.

Nach einer grössern Entwickelung, die unmittelbar von der Differentialgleichung ausgeht, durch welche die Bewegung der Luft charakterisirt ist, wenn sie in einem Rohr von gleichbleibendem Querschnitte erhitzt wird, die aber hier zu geben zu weit führen würde, hat man die *theoretisch* grössere Betriebskraft des Gebläses noch *ohne alle Rücksicht auf die Reibung* in der engen Röhre mit

$$(16)\; \Delta E = Mt \left(\frac{u}{10000}\right)^2 \text{ Pferdekräfte gefunden.}$$

Hierbei bedeutet t die Temperatur des heissen Windes nach *Réaumur* und u die Geschwindigkeit des kalten Windes in dem Erhitzungsröhrenquerschnitte a, die sich einfach genau genug aus dem bekannten Volum M mittelst $u = \frac{M}{a}$ ergiebt.

Z. B. es sollen 2000 Kubikf. pr. Minute durch einen Wasser-alfinger Apparat mit 6'' pr. Röhrentour auf 200° erhitzt werden. Dann ist M = 34 Kubikf. der Querschnitt

$$a = 0{,}2 \;\square\text{Fuss, also}$$

$$u = \frac{34}{0{,}2} = 170, \text{ und}$$

$$\Delta E = 34 \,.\, 200 \,.\, \frac{289}{1000000} = 2 \text{ Pferdekraft.}$$

Der aus (14) folgende Werth von Δ E ist der aus einer der Gleichungen (11) bis (15) erhaltenen Anzahl Pferdekräfte beizusetzen, auf die Reibung im Erhitzungsapparat ebenfalls noch $\frac{E}{4}$ bis E (letzteres bei Wasseralfinger Apparaten mit einer aus nur 6'' weiten und sehr langen Röhrentour) hinzuzuschlagen, und der erhaltene Effect noch mit dem reciproken Werth des Nutzeffects-coefficienten (bei Cylindergebläsen mit voller Sicherheit mit $\frac{10}{6}$) zu multipliciren, um den Nutzeffect der Gebläsemotorwelle in Pferde kräften zu erhalten, z. B.

Formel (12) gäbe $E = 2$ Pferdekräfte,
„ (16) „ $\Delta E = 12$ „
Wegen Reibung im Erhitzungsapparat
$\frac{E}{3} = 4$ Pferdekräfte

Summa $= \left(18 \cdot \frac{10}{6}\right) = 30$ Pferdekr., wozu mindestens 40 Pferdekr. rohe Wasserkraft.

Schliesslich muss bemerkt werden, dass die aufgestellte Formel (1) eigentlich nur gilt, wenn der Manometerstand h in einem grossen Gefässe abgenommen wird, in welchem die Geschwindigkeit c_0 der durchströmenden verdichteten Luft als $= 0$ betrachtet werden kann, also im Regulator. Da man aber hier wieder h zu gross findet um die durch den Widerstand der von dem Regulator ausgehenden Röhrentour aufgezehrte Manometerhöhe, so ist es besser, auf gewöhnliche Weise die Manometerhöhe in der Nähe der Düse abzunehmen und dem erwähnten Umstande Rechnung zu tragen. Es ist nämlich die wirkliche Ausflussgeschwindigkeit u nicht das c der Formel (1), auf welches sich die Windmenge der Tabelle bezieht, sondern

$$(17)\ u = \sqrt{c^2 + c_0^2} = c\left[1 + \left(\frac{c_0}{c}\right)^2\right]^{1/2} = c\left[1 + {}^1\!/\!_2\left(\frac{c_0}{c}\right)^2\right]$$

Ist nun D der Durchmesser der Röhrenleitung, d jener der Düse, so verhält sich nahezu

$$c_0 : c = d^2 : D^2,$$

also ist zu setzen

$$\left(\frac{c_0}{c}\right)^2 = \left(\frac{d}{D}\right)^4,$$

daher

$$(18)\ u = c\left[1 + {}^1\!/\!_2\left(\frac{d}{D}\right)^4\right]$$

Da jedoch D meistens mehr als dreimal so gross ist als d, so erreicht (u—c) nur in seltenen Fällen mehr als $^1/_2$ Proc. von c.

Endlich ist zu etwaigem Gebrauche auch in der nachstehenden Tabelle III das Gewicht der atmosphärischen Luft bei verschiedenen Temperaturen angegeben.

Tabelle III.

über das Gewicht und Volumen der atmosphärischen Luft bei dem mittlern Barometerstand von 76 Centimeter Quecksilbersäule oder einem Druck von 10333 Kilogr. pr. Quadratmeter.

Temperatur nach Cels. Grade.	Gewicht eines Kubikmeter. Kilogr.	Volum eines Kilogr. Kubikmeter.	Gewicht eines Kubikfuss. W. Pfd.	Volum eines Wiener Pfd. W. Kub.'
0	1,299	0,770	0,073	13,65
1	1,294	0,773	0,073	13,70
5	1,265	0,784	0,072	13,90
10	1,252	0,799	0,071	14,16
15	1,229	0,813	0,069	14,42
20	1,208	0,828	0,068	14,67
25	1,188	0,842	0,067	14,93
30	1,177	0,857	0,066	15,18
35	1,148	0,871	0,065	15,44
40	1,130	0,886	0,064	15,70
45	1,111	0,900	0,063	15,95
50	1,094	0,914	0,062	16,21
55	1,076	0,929	0,061	16,46
60	1,060	0,943	0,060	16,72
65	1,044	0,958	0,059	16,97
70	1,029	0,972	0,058	17,23
75	1,013	0,987	0,057	17,49
80	0,998	1,001	0,056	17,74
85	0,985	1,015	0,056	18,00
90	0,971	1,030	0,055	18,25
95	0,957	1,044	0,054	18,51
100	0,944	1,059	0,053	18,77
110	0,919	1,084	0,052	19,28
120	0,896	1,117	0,051	19,79
130	0,873	1,145	0,049	20,30
140	0,851	1,174	0,048	20,81
150	0,831	1,203	0,047	21,33
160	0,811	1,232	0,046	21,84
170	0,793	1,261	0,045	22,35
180	0,775	1,290	0,043	22,86
190	0,758	1,319	0,043	23,37
200	0,742	1,348	0,042	23,88
225	0,704	1,420	0,040	25,16
250	0,670	1,492	0,039	26,44

Temperatur nach Cels. Grade.	Gewicht eines Kubikmeter. Kilogr.	Volum eines Kilogr. Kubikmeter.	Gewicht eines Kubikfuss. W. Pfd.	Volum eines Wiener Pfd. W. Kub.'
275	0,639	1,564	0,036	27,72
300	0,611	1,636	0,034	29,00
325	0,585	1,708	0,033	30,28
350	0,561	1,781	0,032	31,56
375	0,539	1,853	0,030	32,84
400	0,519	1,925	0,029	34,12
425	0,500	1,997	0,028	35,43
450	0,483	2,069	0,027	36,67
475	0,467	2,141	0,026	37,96
500	0,451	2,214	0,025	39,24

Anmerkung zu Tabelle III. Man findet das Gewicht bei einer andern als der vorausgesetzten Pressung von 1 Atmosphäre bei 346''' Barometerstand oder 1843,8 Pfd. pr. Quadratf. oder 12,8 Pfd. pr. Quadratz., wenn man mit dem Verhältniss dieser beiden Pressungen multiplicirt, oder beim Volumen dividirt.

Die den 4 Columnen zu Grunde liegenden Formeln sind:

$$\text{I.}\quad \frac{1,299}{1+\frac{3\,t}{800}};\qquad \text{II.}\quad 0,77\left(1+\frac{3\,t}{800}\right);\qquad \text{III.}\quad \frac{0,07327}{1+\frac{3\,t}{800}};\qquad \text{IV.}\quad 13,648\left(1+\frac{3\,t}{800}\right).$$

Für *mehrere einzelne Theile und einzelne Punkte bei den Gebläsen* geben wir hier noch nachstehende einfache und praktische Formeln.

Pressung in der Windleitung. — Diese richtet sich nach der Natur des Brennstoffs, sie ist in Quecksilberhöhen ausgedrückt,

für leichte Kohlen aus Tannenholz . 2—3 Centim.
„ Kohlen aus harzigem Holz . . 3—5 „
„ „ „ hartem „ . . . . 4—6 „
„ leichte Koaks . . . . 8—13 „
„ dichte „ . . . . 13—19 „

Geschwindigkeit des Kolbens. — Diese ist:

bei kleineren hölzernen Kastengebläsen 0,75—1 Met.
„ grösseren eisernen Cylindergebläsen 0,90—1,2 „

Verhältniss zwischen der eingesaugten und ausgeblasenen Luftmenge. — Dieses Verhältniss ist:

bei hölzernen Kastengebläsen $^{10}/_{6}$
„ eisernen Cylindergebläsen $^{4}/_{3}$

Querschnitt eines Gebläsecylinders oder eines Gebläsekastens. — Nennt man:

V das Luftvolum, welches ein Cylinder oder ein Kasten in 1 Minute dem Hohofen liefern soll (auf 0° reducirt);

t die Temperatur der eingesaugten Luft;

O den Querschnitt eines Cylinders oder eines Kastens;

v die Geschwindigkeit des Kolbens pr. 1 Minute,

so ist

für einfach wirkende hölzerne Kastengebläse:

$$O = 2 \cdot \frac{10}{6} \cdot \frac{V}{v} (1 + 0{,}004\ t);$$

für doppelt wirkende eiserne Cylinder:

$$O = \frac{4}{3} \cdot \frac{V}{v} (1 + 0{,}004\ t)$$

Länge des Kolbenhubes. — Dieser ist bei Cylindergebläsen gleich dem Durchmesser des Kolbens; bei Kastengebläsen gleich $^3/_4$ von der Weite eines Kastens.

Querschnitt der Saugventile. — Dieser ist bei Kastengebläsen gleich $^1/_{15}$ — $^1/_{12}$ vom Querschnitt eines Kastens; bei Cylindergebläsen gleich $^1/_{10}$ — $^1/_9$ vom Querschnitt eines Cylinders.

Querschnitt der Druckventile. — Gleich $^1/_{22}$ vom Querschnitt des Cylinders oder des Kastens.

Windleitungen.

Je grösser die Kolbengeschwindigkeit ist, desto grösser soll der Querschnitt der Windleitung sein, und brauchbare Verhältnisse zwischen dem Querschnitt der Windleitung f und dem Flächeninhalt des Gebläsekolbens F finden sich in nachstehenden Gleichungen:

Bei einer Kolbengeschwindigkeit von 4 Fuss ist $f = \frac{F}{21}$

" " " " $3^1/_2$ " " $f = \frac{F}{22}$

" " " " 3 " " $f = \frac{F}{23}$

" " " " $2^1/_2$ " " $f = \frac{F}{24}$

" " " " 2 " " $f = \frac{F}{25}$

Uebertrifft die Gesammtlänge der Windleitung ihren Durchmesser 80 bis 90 Mal und sind mehr als 5 Kniestücke vorhanden, dann muss man sie etwas weiter machen, weil sonst der Unterschied zwischen der Pressung des Windes in der Nähe des Gebläses und jener in der Nähe der Düsen zu bedeutend und sonach das Gebläse zu sehr belastet wird, indem die Reibung etwas mehr als mit der Quadratwurzel der Länge zunimmt.

Hat man den Querschnitt der Windleitung auf obige Weise vorläufig herausgestellt, dann untersuche man noch, ob die Quer-

schnittsflächen aller Düsen- und Ausströmungsöffnungen zusammengenommen in dem Windleitungsquerschnitte wenigstens 5 Mal enthalten ist, und zeigt sich das Verhältniss kleiner, dann muss der Querschnitt der Windleitung auf das Fünffache aller Ausströmungsöffnungen vergrössert werden.

Die obigen Formeln geben den Querschnitt der Windleitung für jeden einzelnen Cylinder an, und wo sich die Leitungen von mehreren Cylindern vereinigen, müssen sie verhältnissmässig erweitert, und erst die erweiterte Leitung muss wenigstens 5 Mal so gross als alle Ausströmungsöffnungen zusammengenommen sein.

Fallen Windleitungsverzweigungen ab, dann mache man die Verzweigungen entsprechend kleiner, und zwar in dem Verhältnisse der Ausströmungsöffnungen, die zu jeder Verzweigung gehören.

Eine andere Regel für die Windleitungen ist die, dass man für kalte Luft den Querschnitt der Windleitung $= \frac{1}{20}$ von der Summe der Querschnitte sämmtlicher doppelt wirkender Cylinder macht. Für erhitzte Luft muss dieser Querschnitt noch im Verhältniss von $1 + 0{,}004\ T$ (womit man die Temperatur der erhitzten Luft bezeichnet) vermehrt werden.

Regulatoren.

Die Wasserregulatoren sind bei einer Windpressung von nahe $\frac{3}{4}$ Pfd. kaum mehr anwendbar, und man muss sonach in allen wichtigen Fällen zu den Trockenregulatoren seine Zuflucht nehmen, bei deren Construction man Folgendes zu beachten hat:

Der Kubikinhalt eines *unveränderlichen* Regulators muss mit Inbegriff der Windleitungen *wenigstens* so gross sein, als die Windmenge beträgt, welche das *ganze* Gebläse bei *voller* Arbeit in einer Minute liefert. Die Trockenregulatoren taugen für jede Windpressung. — Man bestimmt auch das Volum eines solchen Regulators dahin, dass er 40 bis 60 Mal so gross, als das Luftvolum gemacht wird, welches derselbe in jeder Secunde aufzunehmen und abzugeben hat.

Der Kubikinhalt eines *veränderlichen* Regulators muss *wenigstens* $1\frac{1}{2}$ Mal so gross, als der eines Cylinders sein, die Anzahl der Cylinder mag sein, welche sie wolle. Diese Regulatoren sind für eine Pressung über 1 Pfd. nicht mehr gut anwendbar.

Sind mehrere Gebläse vorhanden, dann soll man den Wind aller Gebläse nicht in irgend einem Theile der Windleitung, sondern im Regulator vereinigen, weil dadurch die Rückwirkung des stärkern Gebläses auf das schwächere am wenigsten empfindlich wird.

Der Regulator soll dem Gebläse so nahe als möglich gebracht werden, damit die Stösse des Windes, welche in den Leitungen grosse Schwankungen und eine starke Reibung verursachen, nicht in eine lange Leitung fallen.

Bei *einem* Cylinder, wie man jetzt der Einfachheit wegen die mit Dampfmaschinen beschriebenen Gebläse meistens bauet, ist ein Regulator unumgänglich nothwendig; hingegen bei zwei Cylindern,

wenn ihre Kurbeln unter einem rechten Winkel stehen, kann ein Regulator entbehrt werden.

Anzahl der Düsenöffnungen.

Holzkohlenöfen erhalten nur eine Düse, wenn die in 1 Minute einzublasende Luftmenge nicht mehr als 30 Kubikm. beträgt. Koaksöfen erhalten immer wenigstens 2 Düsen. Beträgt die einzublasende Luftmenge 70—100 Kubikm. per 1 Minute, so sind 3 Düsen erforderlich.

Summe der Querschnitte sämmtlicher Düsenöffnungen. — Nennt man:

O die Summe der Querschnitte aller Düsenöffnungen;

V das Volum, welches die Luft, die per 1 Minute in den Hohofen getrieben werden soll, bei 0° Temperatur und unter dem atmosphärischen Luftdrucke einnimmt:

P die Pressung der Luft in der Nähe der Düsenöffnungen;

p die Pressung im Hohofen, welche beinahe dem atmosphärischen Druck gleich ist;

T die Temperatur der Luft in der Windleitung;

k den Contractionscoefficienten für die Düsenöffnungen — in der Regel ist $k = 0{,}9 - 0{,}95$ —;

U die Geschwindigkeit, mit welcher die Luft aus den Düsenöffnungen tritt;

$g = 9{,}808$ die Endgeschwindigkeit nach der 1. Sec. beim freien Fall der Körper;

so ist

$$U = \sqrt{2\,g\,\frac{10333\,(1 + 0{,}004\,T)}{1{,}3}\,\log.\,\text{nat.}\,\frac{P}{p}}$$

$$O = \frac{V\,(1 + 0{,}004\,T)}{k\,U}$$

Die Resultate, welche diese Formeln liefern, sind in folgender Tabelle enthalten:

Pressung der Luft in der Windleitung in Quecksilber. Kubikmeter.	T = 12°		T = 300°	
	U	$\frac{V}{O}$	U	$\frac{V}{O}$
2	64	57	93	40
3	79	71	114	49
4	91	82	132	57
6	110	99	159	68
8	126	113	183	79
10	141	127	204	88
12	153	138	222	95
14	165	148	239	103
16	175	157	253	109
18	185	166	268	115

Betriebskraft für die Gebläse.

Nennt man:

V das Volum, welches die Luft, die per 1 Minute in den Hohofen getrieben werden soll, bei 0° Temperatur und unter dem Druck der Atmosphäre einnimmt;

P die Pressung der Luft in der Windleitung auf 1 Quadratm.;

N den Nutzeffect, welchen die Betriebsmaschine entwickeln muss, in Pferdekräften ausgedrückt;

so ist

$$N = \frac{1{,}7 \times 10333}{75} \text{ log. nat. } \frac{P}{10333} \times V.$$

Die Resultate, welche diese Formel liefert, sind in folgender Uebersicht enthalten:

Pressung in der Windleitung in Quecksilberhöhen	3;	4;	5;	6;	6;	10;	12;	14;	16;	18.
$\frac{N}{v} = \frac{\text{Pfdekr.}}{\text{Luftvol.}}$	9,2;	11,4;	13,6;	17,8;	22,3;	28,6;	34,7;	38,7;	40,7;	48,5.

Die geschlossenen Düsen und Formen und deren Vortheile beim Hohofenbetriebe.

Sehr zu empfehlen ist die Zuführung der Gebläseluft durch geschlossene Düsen und Formen, in Belgien schon lange eingeführt, und in *Valerius*' „Handbuch der Roheisen-Fabrikation", deutsche Ausgabe, S. 241, mit Abbildungen beschrieben. Es hat sich diese wesentliche Verbesserung ganz besonders bei dem Betriebe des neuen Hohofens zu Gleiwitz in Oberschlesien, dessen Betriebsresultate unten mitgetheilt werden, als höchst vortheilhaft im Vergleich zu den früheren ungeschlossenen Formen ausgewiesen. Während des Betriebes des alten, niedrigern und engern Hohofens erreichte die wöchentliche Production bei derselben Beschickung, Düsenweite und Pressung nur ausnahmsweise die Höhe von 650 Ctr., und kann durchschnittlich kaum auf 600 Ctr. angenommen werden, während die Production des neuen Hohofens mehr als die doppelte ist. Nun kann zwar nicht in Abrede gestellt werden, dass die weiteren Räume des neuen Hohofens die Erze schneller und besser vorbereiten, und dass grössere Massen derselben bereits reducirt in das Gestell gelangen; die schnellere Schmelzung dieser Massen dürfte aber lediglich in der Anwendung geschlossener Düsen und Formen zu suchen sein.

Bekanntlich steht die Quantität des dargestellten Roheisens im geraden Verhältniss zu dem Kohlenverbrauch und zu der in den Hohofen geleiteten und zu der Reduction der Erze und deren Schmelzung nöthigen Windmenge. Die aus der Berechnung nach den üblichen Formen abgeleitete Menge des Windes bei dem alten Hohofen und einer Production von 600 Ctr., sowie die entsprechende Anzahl Tonnen Koaks ist gar nicht, oder, insofern die Pressung inzwischen höchstens um $^1/_4$ gesteigert wurde, wenig

verschieden von der gegenwärtig resultirenden Berechnung bei einer fast auf das Doppelte gesteigerten Production und in gleichem Verhältniss vermehrtem Koaksverbrauch. Man hat bisher bei der Berechnung des Windes viel zu wenig auf den Widerstand gerechnet, welchen der aus offenen Düsen hervorströmende Wind in der Form und im Gestell findet, und den dadurch herbeigeführten bedeutenden Verlust viel zu gering veranschlagt.

Die Anwendung geschlossener Düsen und Formen hat daher schon durch die möglichst vollständige Benutzung des ganzen, durch das Gebläse dargestellten Windes einen hohen Werth, allein es gewinnt diese Einrichtung noch dadurch an Bedeutung, dass die Wirksamkeit der Gebläseluft eine sehr verschiedene ist, je nachdem sie ohne alle Störung unmittelbar in das Gestell, wo sie zunächst durch ein schnelles Verbrennen der Koaks den höchsten Grad der Hitze erzeugen und den Schmelzprocess bewirken soll, hingeleitet wird, oder ob sie erst nach Ueberwindung mannichfacher Schwierigkeiten und Hindernisse, und nachdem sie einen erheblichen Verlust erlitten, ihren Bestimmungsort erreicht.

Dieser Unterschied tritt schon bei dem Betriebe der Kupolöfen mit offenen Formen und bei geschlossener Windführung durch die verschiedene Schnelligkeit des Schmelzprocesses sehr bemerkbar hervor. Gleichwohl hat man solchen schlagenden Beweisen zeither wenig Aufmerksamkeit geschenkt, vielfach über zu schwache Gebläse geklagt und dem Uebelstande durch neue Anlagen abzuhelfen gesucht, welche unnützer Weise aussergewöhnlich viel Wasser- und Dampfkraft in Anspruch nehmen, während man denselben Zweck auf eine einfachere Weise hätte erreichen können, wenn man geschlossene Düsen und Formen eingeführt haben würde.

Die Vorrichtung zum Abschliessen des Raumes zwischen Düse und Form besteht am einfachsten aus einer an ihren Kränzen abgedrehten, eisernen Scheibe, welche entweder auf der Düse festsitzt und mit derselben mittelst Getriebe und gezahnter Stange in der Form vor- und rückwärts bewegt werden kann, oder bei cylindrischen Düsen aus einem ganzen oder getheilten Ringe, über dessen zweckmässigste Handhabung, um mit Leichtigkeit zur Form gelangen und putzen zu können, locale Verhältnisse entscheiden. — Eine im Knierohre der Windleitung nach der Düsenvorrichtung angebrachte Scheibe von Glas dient zur Beobachtung der Form und macht es möglich, die letztere fast fortwährend geschlossen erhalten zu können. — Je einfacher sich diese Einrichtungen herstellen lassen, und je mehr sie den Zweck, einen luftdichten Abschluss zu bewirken und das Reinigen der Formen mit Leichtigkeit zu gestatten, erfüllen, desto mehr werden sich dieselben empfehlen. — Ob hierbei die Anwendung durch Wasser gekühlter Hohlformen, denen wir ihrer Haltbarkeit und ihrer sonstigen Vorzüge wegen das Wort zu reden recht sehr geneigt sind, unbedingte Nothwendigkeit ist, möchten wir bezweifeln, und glauben vielmehr, dass die allgemein üblichen kupfernen Formen auch bei verringerter Abkühlung aushalten werden.

Zu *Monceau-sur-Sambre* in Belgien hat man durch einen solchen Apparat eine Ersparung von Triebkraft herbeigeführt. Bei offenen Formen gaben 3 Gebläsemaschinen, jede zu 50 Pferdekräften kaum hinreichenden Wind für 2 Hohöfen, während jetzt, bei verschlossenen Formen, 3 Hohöfen damit gespeist werden. — Es sind zu einem solchen Formverschluss etwa 35 Pfd. Gusseisen und 200 Pfd. Schmiedeeisen erforderlich, und die Kosten betragen etwa 42 Thlr.

Beispiele für Dimensionen und Leistungen von Gebläsen.*)

Cylindergebläse mit 2 Cylindern, welches 2 Hohöfen von 48 bis 52 Fuss Höhe und einen Kupolofen mit kaltem Winde versieht. Kolbendurchmesser = 6,984 Fuss (hessen-darmstädtisches Mass, 1 Fuss = $1/4$ Met.); Hubhöhe = 8 Fuss; in 1 Minute erfolgen 10,5 Spiele (Doppelhübe). Geschwindigkeit der Kolben in 1 Secunde = 1,40 Fuss. — Die Pressung der Luft, durch die Höhe einer Quecksilbersäule gemessen, beträgt über die Pressung der Atmosphäre im Cylinder 2,52 Zoll, an der Düse 2,36 Zoll. — Der erste Hohofen hat zwei Düsen von 2,4 Zoll Weite, der zweite hat zwei Düsen von 2,16 Zoll, der Kupolofen eine Düse von 2,32 Zoll. In einer Secunde werden dem ersten Ofen 37,632, dem zweiten 30,4, dem Kupolofen 8,256 Kubikf. Luft zugeführt, im Ganzen also 76,288 Kubikf. und in der Minute = 4577 Kubikf. Das Volum, welches durch die Kolbenbewegung erzeugt wird, ist 107,52 Kubikf., folglich das Verhältniss der beiden Volumina = 5 : 7. Im Ganzen ist Q, d. h. das Kraftmoment in Kilogrammet. = 1736; F, d. h. dasselbe in Pferdekräften à 75 Kilogrammet. ausgedrückt, welches die Bewegungsmaschine auf die zu bewegende überträgt, = 23,17, und im Einzelnen für jeden der Hohöfen Q = 775, F = 10,3, für den Kupolofen aber Q = 186 und F = 2,48.

Dasselbe Gebläse in Verbindung mit einem Lufterhitzungsapparat giebt folgende Verhältnisse: Es versorgt 3 Oefen von 52 bis 56 Fuss Höhe mit einem Düsendurchmesser von 2,8 bis 3,2 Zoll. Die Windtemperatur an den Düsen beträgt 200° C. Die Pressung der Luft bei den Düsen über die gewöhnliche Atmosphärenpressung, durch die Höhe einer Quecksilbersäule gemessen, beträgt 2 Zoll. Das Volum der durch zwei Düsen in jeden Ofen geblasenen Luft beträgt in 1 Secunde, bei 200° C., zusammen = 73,472 Kubikf., oder bei 10° = 43,84 Kubikf. Es ist Q = 1858 und F = 24,6 und für jeden Ofen Q = 620 und F = 8,27.

Gebläse mit 1 *Cylinder* bei dem Hohofen zu Framont im französischen Vogesen-Departement. Höhe des Ofens 36,4 Fuss.

---

*) Gute Abbildungen von Gebläsen findet man in: *Karsten*'s Handbuch der Eisenhütten. 3. Aufl. Berlin 1841. — *Hartmann*'s praktischer Eisenhüttenkunde; 2. Ausg. Weimar 1852, Bd. 1 und Bd. 3. — *Valerius*' Handbuch der Roheisenfabrikation, deutsch von *Hartmann*. Freiberg 1851. Taf. 5—9. Ergänzungsheft dazu. Daselbst 1853. Taf. 3 und 4. — *Hartmann*'s Handbuch über den Bau etc. der Dampfmaschinen, 2. Ausg. Weimar 1851. Bd. II. Taf. 25—30.

Ueberdruck des Windes an der Düse = 1,96 Zoll des Quecksilbermanometers. Düsenweite = 3,2 Zoll. In der Secunde bekommt der Ofen 29,568 Kubikf. und in der Minute 1774 Kubikf. Wind. Der Kolbendurchmesser beträgt 5,24 Fuss, die Hubhöhe 3,16 Fuss, die Kolbengeschwindigkeit 1,916 Fuss, der von dem Kolben durchlaufene Raum 41,280 Kubikf., das Verhältniss desselben zum ausgeblasenen Luftvolum daher = 0,178. Q = 600; F = 8.

Gebläse mit 1 *Cylinder* beim Hohofen *Grande-Fontaine* zu Framont im Vogesen-Departement; der Wind wird erhitzt. Cylinderweite = 5,2 Fuss, Hubhöhe = 5,36 Fuss, Geschwindigkeit des Kolbens = 2,56 Fuss, Düsenweite = 3,2 Zoll. Lufttemperatur an der Düse = 206° C. Ueberdruck der Luft nach dem Quecksilbermanometer im Cylinder 0,065 Met., an der Düse 0,032 Met. In 1 Secunde werden 32,768 Kubikf. von 206°, oder 20,288 Kubikf. à 15° in den Ofen geführt, der mit Holzkohlen geblasen wird und 36,4 Fuss hoch ist. Der von dem Kolben zurückgelegte Raum ist = 54,428 Kubikf., und das Verhältniss des Volums der ausgeblasenen Luft zu diesem Raum ist = 0,372. Q = 583, F = 7,8.

Gebläse in der grossen Stabeisenhütte zu Framont, welches 4 Frischfeuer speist. Cylinderweite = 5,2 Fuss, Hubhöhe = 5,528 Fuss, Kolbengeschwindigkeit = 2,312 Fuss. Ueberdruck des Windes = 1,6 Zoll. Weite der Düse, von denen jedes Feuer eine hat = 1,388 Zoll. Das Volumen der den 4 Feuern in 1 Secunde zugeführten Luft = 20,224 Kubikf.; der vom Kolben durchlaufene Raum = 48,384 Kubikf. Verhältniss beider = 0,417. Q = 675, F = 9, so dass für jedes Feuer zu nehmen ist Q = 169, F = 2,25.

Gebläse mit 1 *Cylinder* zu *Moulinneuf* bei Moyeuvre für 2 Frisch- und 1 Wärmfeuer. Cylinderweite = 3,44 Fuss, Kolbenhub 5,2 Fuss. In 1 Minute wurden 23 Hübe vollendet; Kolbengeschwindigkeit = 1,992 Fuss, Düsenweite = 8,4 Linien; jedes Frischfeuer hat zwei. Windpressung an den Düsen = 0,048 Met. Quecksilber. In 1 Secunde wurde durch die 4 Düsen den Frischfeuern 7,80 Kubikf., dem Wärmfeuer durch 1 Düse 1,939 Kubikf., zusammen also 9,696 Kubikf. zugeführt. Der vom Kolben durchlaufene Raum beträgt 19,07 Kubikf., folglich ist das Verhältniss dieser Räume : 0,508; Q = 430, F = 5,75, und für jedes Frischfeuer Q = 172 und F = 2,3; für das Wärmfeuer Q = 86 und F = 1,15.*)

*Belgische Gebläse.***) — Dieselben werden sämmtlich durch Dampfkraft betrieben, und die Maschinen sind grösstentheils Niederdruck-, weniger Mitteldruck- und Hochdruck-Maschinen mit und ohne Condensation.

---

*) Diese Beispiele französischer Gebläse sind aus *Rössler*'s Sammlung technischer Hülfsmittel. 1. Bd., S. 86 ff. (Darmstadt, 1845) entlehnt.

**) Die nächstfolgenden Beispiele sind aus *Karsten*'s und *v. Dechen*'s Archiv Bd. 23, S. 661 ff. entnommen.

In *Sclessin* sind für 6 Hohhöfen 5 Stück 54zöllige (engl. Mass) Dampfmaschinen in einem Gebläsehause von etwa 80 Fuss Länge und 40 Fuss Breite vereinigt, welche Maschinen, sehr sauber und elegant gearbeitet, in einer Reihe aufgestellt sind. Die gusseisernen Balancier - Tragebalken ruhen auf den Seitenmauern des Gebläsehauses und auf zwei Reihen von je 10 Zoll starken und etwa 15 Zoll hohen Säulen.

Die Maschinen haben einen ausgezeichnet ruhigen Gang; es waren beim Betriebe von 5 Oefen nur 3 derselben in Thätigkeit. Die Blasecylinder sind 6 Fuss 4 Zoll (engl.) im Durchmesser weit. Die Anzahl der Wechsel betrug in der Minute durchschnittlich 15, die Hubhöhe 8 Fuss. Hiernach berechnet sich das Windquantum für die Minute auf 7557 Kubikf. engl. oder 6921 Kubikf. rhein. (1 Kubikf. engl. = 0,916 rhein.).

Bei 15 Proc. Abzug auf Windverlust für den schädlichen Raum u. s. w. bleiben nur 5883 Kubikf. rhein. und für 3 Maschinen = 17649 Kubikf. oder für einen Ofen $\frac{17648}{5}$ = etwa 3530 Kubikf. rhein. in der Minute. In Belgien rechnet man zwar auf jenen Windverlust in der Regel nur $12^1/_2$ Proc., indess kommen 15 Proc., wie solche in Oberschlesien überall angenommen werden, im Allgemeinen der Wahrheit näher, und stellen sich im Sommer, wo die Liederung stärker zusammentrocknet, sogar noch höher.

Die Windpressung betrug im Gebläsehause nur $2^3/_4$ Pfd. auf 1 Quadratzoll rhein., jedoch wird dieselbe nach den Umständen gesteigert. Im Allgemeinen bläst man jedoch in Belgien in neuerer Zeit mit einer geringern Pressung und erreicht dieselben Resultate.

Die Kraft einer von jenen Maschinen, welche in der Minute 5883 Kubikf. rhein. Luft von atmosphärischer Dichtigkeit in der Wirklichkeit liefert, berechnet sich, der Quadratfläche des Blasecylinders, so wie der Kolbengeschwindigkeit, auf rhein. Mass reducirt, und endlich der angegebenen Pressung entsprechend, wie folgt:

$$F = \frac{4275,965 \,.\, 283 \,.\, 2,75}{33000} = \frac{2739825}{33000} = 83 \text{ Pferdekräfte.}$$

Ausserdem betreibt jede Maschine noch den Gichtaufzug für je 2 Oefen, indem selbige durch eine kleine Druckpumpe das zum Heraufziehen der Gichten erforderliche Wasser hinaufdrückt, wozu aber nur etwa 2 Pferdekräfte erforderlich sind, so dass die gesammte Kraft der Maschine auf 85 Pferdekräfte kommt. Auf eine Pferdekraft sind mithin 71 Kubikf. rhein. Wind von atmosphärischer Dichtigkeit in der Minute zu berechnen; und von einem Ofen wird eine Kraft von etwa 50 Pferdekräften beansprucht. — Die Dampfkessel der Gebläsemaschine werden zum Theil durch die von den Verkoakungsöfen entweichenden Gase gefeuert.

In der *Espérance - Hütte zu Seraing* befinden sich 4 Hohöfen, die mit 2 Gebläsemaschinen versehen sind. Die Dampfcylinder derselben haben 44 Zoll und die Blasecylinder 74 Zoll im Durch-

messer; die Hubhöhe des Kolbens beträgt 8 engl. Fuss, und die Anzahl der Wechsel 15 bis höchstens $15^1/_2$ in der Minute. Hiernach folgen für eine Maschine und Minute, nach Abzug von 15 Proc. auf Windverlust, im Maximo = 6293 Kubikf. engl. = 5763 Kubikf. rhein. Wind, also von beiden Maschinen 2 . 5763 = 11526 Kubikf., oder für einen Ofen = $2881^1/_2$ Kubikf. rhein. in der Minute.

Man bläst zur *Espérance* mit einer sehr hohen Pressung, indem sie im Gebläsehause in der Regel $4^1/_2$ Pfd. auf 1 rhein. Quadratzoll, bei zwei $2^1/_2$ bis $2^3/_4$ Zoll engl. weiten Düsen beträgt. Hiernach bestimmt sich

$$F = \frac{4054 \cdot 240{,}8 \cdot 4{,}5}{33000} = \frac{4148863}{33000} = 122 \text{ Pferdekräfte.}$$

Da nun eine Maschine zwei Oefen speist, so kommt auf einen Ofen eine Gebläsekraft von 61 Pferden bei einer Windpressung von $4^1/_4$ Pfd. auf den Quadratzoll, und 1 Pferdekraft beschafft nur $\frac{2881}{61}$ = 47 Kubikf. Wind von atmosphärischer Dichtigkeit für die Minute bei jener Pressung.

In der Hütte zu Seraing befinden sich 6 Hohöfen, und für diese sind 3 Dampfmaschinen vorhanden, und zwar für die 4 älteren Hohöfen:

1) Eine Hochdruckmaschine mit 1 Blasecylinder von 6 engl. Fuss Weite und einer Hubhöhe von 9 engl. Fuss; der Kolben wechselt 16 Mal in 1 Minute. Das Windquantum in derselben Zeit beträgt daher, bei 15 Proc. Abzug, 6919 engl. und 6337 rhein. Kubikf.

2) Eine Niederdruckmaschine, deren Blasecylinder 65 engl. Zoll weit ist, während der Kolbenhub 8 Fuss und die Anzahl der Wechsel in der Minute 16 beträgt; das Windquantum daher 5005 engl. = 4584 rhein. Fuss, also das gesammte Windquantum 10921 rhein. Kubikf.

Hiernach erhält 1 Ofen in der Minute 2730 rhein. Kubikf. Wind von atmosphärischer Dichtigkeit.

Die Windpressung beträgt $3^1/_2$ bis $3^3/_4$ Pfd. auf 1 Quadratzoll bei $2^1/_2$ bis 3 Zoll weiten Düsen.

Nach den obigen Angaben berechnet sich die Kraft der Gebläse:

$$1)\quad F = \frac{3846{,}5 \cdot 279{,}7 \cdot 3{,}75}{33000} = \frac{4034497}{33000} = 122 \text{ Pferdekr.}$$

$$2)\quad F = \frac{3128 \cdot 248{,}6 \cdot 3{,}75}{33000} = \frac{2916078}{33000} = 88 \text{ Pferdekr.}$$

Es werden mithin durch die beiden Gebläsemaschinen, die zusammen 210 Pferdekräfte haben, in der Minute 10921 rhein. Kubikf. Wind von atmosphärischer Dichtigkeit effectiv erzeugt, d. h. von 1 Pferdekraft 52 rh. Kubikf.

Für die erst vor wenigen Jahren erbaueten Hohöfen Nr. 5 und 6 ist ein besonderes Gebläse vorhanden, dessen Kessel über

drei Gruppen von Verkoakungsöfen liegen, und welches eine eigenthümliche Einrichtung hat. *Valerius*' weiter oben erwähntes Werk enthält S. 246 ff. eine Beschreibung, und die Tafeln 7 und 8 enthalten Abbildungen davon. Während die bis jetzt erwähnten belgischen Gebläse nach dem gewöhnlichen *Watt*'schen Systeme eingerichtet sind, ist das vorliegende nach dem *Evans*'schen Systeme ausgeführt, d. h. der Gebläsecylinder liegt über dem Dampfcylinder und in dessen Verlängerung, arbeitet mit Expansion und Condensation, mit einem Effectivdruck von 2 Atmosphären, und entwickelt eine Kraft von 120 Pferden. Die Kolbenstangen beider Cylinder sind mit einem Balancier mit beweglichem Zapfenlager versehen, der ein Schwungrad und mehrere Pumpen in Bewegung setzt, die bei der Condensationsmaschine unentbehrlich sind. — Anzahl der Formen eines jeden Hohofens 2, Durchmesser jeder Düse $3^1/_2$ engl. Zoll = 0,089 Meter; manometrischer Druck am Regulator, welcher den Düsen sehr nahe liegt, $2 \,.\, 2^1/_2$ Z. = 0,127 Meter. Das durch eine Düse gepresste Luftvolum ist in 1 Secunde

$$= 289 \frac{0{,}089^2}{0{,}76} \sqrt{0{,}127\ (0{,}76 + 0{,}127)} = 1{,}028 \text{ Kubikmeter,}$$

welches für beide Hohöfen und in der Minute 245,76 Kubikmeter macht.

Da der Gebläsecylinder 2,287 M. Durchmesser, der Kolbenlauf nach Abzug der Kolbendicke 2,44 und die Anzahl der Kolben-Doppelläufe in der Minute 12 beträgt, so beläuft sich das erzeugte Volum auf 240,54 Kubikm.

Da ferner die Luft auf ungefähr 100° C. erhitzt wird, so erhält man die wirklich in den Ofen geführte Luftmenge, wenn man 245,76 mit 1,1 dividirt, welches 223,43 Kubikm. oder 7261,48 rh. Kubikf. giebt.

Gebläse von dieser Construction nehmen wenig Platz ein, indem z. B. das hier erwähnte unter der Gichtbrücke steht. Sie haben eine geringere Reibung als die Watt'schen, ein einziges Fundament für beide Cylinder, sind im Allgemeinen leichter und kosten weit weniger als die zusammengesetzten Balanciermaschinen, bei denen der Blasecylinder an dem einen und der Dampfcylinder an dem andern Ende liegt. Dagegen haben sie das Nachtheilige, weit leichter zu brechen und weit mehr Reparaturkosten zu veranlassen.

Ein anderes Gebläse dieser Art mit directer Wirkung zu Seraing (*Valerius* l. c. 255, Taf. 5 und 6) arbeitet mit Hochdruckdämpfen, ohne Schwungrad und Balancier; es versieht 3 Kupolöfen und ein Feineisenfeuer mit 6 Formen mit Wind. Die Windpressung beträgt $2 \,.\, 2^1/_2$ Z. = 0,126 Meter Quecksilber. Durchmesser von einer Düse des Feineisenfeuers 0,035 Meter; Kupolofen Nr. 1 mit einer Form: Düsendurchm. 0,036 Meter. Kupolofen Nr. 2 mit 2 Formen: Durchmesser jeder Düse 0,043 Meter. Kupolofen Nr. 3 mit 2 Formen: Düsendurchmesser 0,059 Meter. Das in der Secunde ausgepresste Windvolum ist daher = 2,5 Kubikm. oder

in der Minute 150,3 Kubikm. = 4974,75 Kubikf. rh. — Gebläse-Cylinderdurchmesser 1,75 Meter; Kolbenlauf 1,83 Meter; Anzahl der Kolbenzüge in der Minute 36. Daher das in der Minute entwickelte Volum 151,12 Kubikm. — Entwickelte Pferdekräfte = 45. — Es ist dieses Gebläse noch einfacher als das vorhergehende.

Der 60 Fuss hohe Hohofen zu *Grivegné* wird mit einer angemessen starken Niederdruck-Gebläse-Dampfmaschine betrieben, deren Blasecylinder 64 rh. Z. weit ist. Die Maschine wechselt bei 10 rh. Fuss Hubhöhe 10 Mal in der Minute, und liefert nach Abzug von 15 Proc. Windverlust 3796 rh. Kubikf. Wind in der Minute. Die Windpressung beträgt $3^1/_2$ bis $3^3/_4$ Pfd. auf den rh. Quadratzoll. Es ergiebt sich hieraus die Kraft F der Maschine

$$= \frac{3215,36 \,.\, 200 \,.\, 3,75}{33000} = \frac{2411520}{33000} = 73 \text{ Pferdekräfte,}$$

wozu noch die zum Betriebe des Gichtaufzugs, wie zu Selessin, erforderliche Kraft zu rechnen ist, so dass die Gesammtkraft dieser Maschine sich auf etwa 75 Pferdekräfte stellt.

Mit einer Pferdekraft werden demnach 52 rh. Kubikf. Wind in der Minute erzeugt, mithin ebensoviel wie in Seraing, wo die Pressung des Windes dieselbe ist. — Die Dampfkessel werden zum Theil mit Gichtgasen des Hohofens gefeuert.

Couillet besitzt zum Betriebe seiner 7 Hohöfen 5 Gebläsemaschinen von niederem Dampfdruck, die auch die Gichtzüge in Bewegung setzen, und zwar:

3 Stück	von 50 Pferdekräften, zusammen	150	Pferdekräfte,
1	„ „	60	„
1	„ „	120	„
5 Stück	von zusammen	330	Pferdekräften.

Beim Betriebe von nur 5 Hohöfen sind zwar sämmtliche Maschinen im Gange, jedoch, und namentlich die letztere, nicht mit voller Kraft. Die Windquantität, welche die Oefen in der Minute erhalten, wird hier angemessener aus der Pressung und aus der derselben zugehörigen Geschwindigkeit des Windes und dessen Ausströmungsöffnung, und zwar nach der in *Karsten*'s Eisenhüttenkunde, 3. Aufl., Bd. 2, S. 594, angegebenen Formel zu berechnen sein.

Jeder Ofen hat 2 Düsen à $2^3/_4$ bis 3 engl. Zoll Weite, und die Windpressung beträgt 18 bis 20 Cent. = 6,882 bis 7,647 rh. Zoll Quecksilbersäulenhöhe, oder $3^1/_2$ bis $3^7/_8$ Pfd. auf den rh. Quadratzoll. Bei der höhern Windpressung von 20 Cent. ist die Düsenweite nur $2^3/_4$ engl. Zoll = 2,67 rh. Zoll = 5,5962 Quadratzoll im Flächeninhalt, mithin beträgt die Ausströmungsöffnung beider Düsen zusammen 2 . 5,5962 = 11,1924 Quadratzoll = 0,07773 Quadratfuss im Flächeninhalt oder Querschnitt der Oeffnung.

Der Wind wird zu Couillet nicht erhitzt, und seine Temperatur kann daher durchschnittlich zu 15° R. angenommen werden. Das

Windquantum, welches ein Hohofen in der Minute erhält = Q, ergiebt sich aus oben erwähnter Formel, und zwar auf 0° R. Temperatur reducirt und mit einer Dichtigkeit, wie sie dem normalen Barometerstande von 28 Pariser Zollen = 2,4223 rh. Fuss entspricht, wie folgt:

$$Q = 60 \frac{2\,a}{[1 + 0{,}0046.\ (t - t')].\ [1 + 0{,}0046\ t]\ h'} \times \sqrt{g\ x\ \Delta\ (h + x)\ h\ (1 + 0{,}0046\ t)}.$$

In dieser allgemeinen Formel ist im vorliegenden Fall: a = 0,07773; — t = 15°; — t' = 0°; — h' = 2,4223; g = 15,625; — x = 0,637; — Δ = 10448; — h = h' = 2,4223.

Hieraus lässt sich Q = 3058 rh. Kubikfuss Wind von obiger Dichtigkeit berechnen, auf welches Quantum bei jener Pressung von $3^7/_8$ Pfd. auf 1 rh. Quadratzoll eine Kraft von 60 Pferden kommt.

Die Dampfkessel der Maschine von 60 Pferdekräften werden durch die aus 18 Verkoakungsöfen entweichenden Gase gefeuert.

Zu *Chatelineau*, und zwar auf dem ältern Werke, dienen für den Betrieb von 3 Hohöfen:

1. 3 Dampfmaschinen, jede von 50 Pferdekräften;
2. eine dergleichen von höchstens 80 Pferdekräften; mithin mit einer Gesammtkraft von 230 Pferdekräften.

Diese Gebläse speisen aber zeitweise ein englisches Feineisenfeuer, so wie einen Kupolofen zur Giesserei. Die Pressung des Windes ist hier in der Regel dieselbe wie zu Couillet, nämlich 18 bis 20 Centimeter Quecksilbersäulenhöhe = 6,882 bis 7,647 rh. Zoll. Die beiden Düsen haben hier aber bei der grössern Weite der Oefen, auch selbst bei der höhern Windpressung, mehrentheils 3 engl Zoll = 2,913 rh. Zoll Weite = 6.66 rh. Quadratzoll Flächeninhalt in der Ausströmungsöffnung, welche letztere für beide Düsen zusammen = 13,32 Quadratzoll = 0,0925 Quadratfuss rh. beträgt.

Nach obiger Formel für die Berechnung der Windquantität ergiebt sich: Q = dem Windquantum in der Minute von mittlerer atmosphärischer Dichtigkeit und 0° Temperatur = 3636 rh. Kubikfuss, zu deren Lieferung eine Kraft von etwa 71 Pferden bei obiger Windpressung erforderlich sein dürfte.

Für die königl. Eisenwerke zu *Gleiwitz* und *Königshütte in Oberschlesien* sind neuerlich beim Umbau der Koakshohöfen auch neue Gebläse erbauet, über deren Leistungen wir jedoch zur Zeit noch Nichts wissen. Das Gleiwitzer Gebläse arbeitet mit 86 Pferdekräften, und seine beiden Kessel werden von den Gasen der Verkoakungsöfen gefeuert, wodurch man, gegen directe Feuerung, an 3000 Thlr. jährlich erspart.

Auf der *Laurahütte* in Oberschlesien befinden sich mehrere Gebläse, und eines derselben ist in *Hartmann's* Handbuche über den Bau etc. der Dampfmaschinen, II., Taf. 25—30 sehr speciell abgebildet. Es ist diese sehr gute Maschine in Cornwall verfertigt,

sie arbeitet mit Hochdruckdämpfen von 2 Atmosphären über dem äussern Luftdruck, mit Expansion, Condensation und einem Katarakt oder Hubzähler; bei $1/3$ Füllung des Cylinders entwickelt sie 100 Pferdekräfte. Der Katarakt hat den Zweck, bei derselben Geschwindigkeit des Dampfkolbens und der Dampfspannung, durch die Hervorbringung beliebig langer Pausen am Ende eines jeden Kolbenlaufes die Zahl der Hube zu reguliren. Der Gebläsecylinder hat 85 rh. Zoll Durchmesser und 9 Fuss Hub.

Gebläse mit horizontalen Cylindern und mit directer Wirkung zu Decazeville im franz. Aveyron-Departement. — Drei solcher, von dem Ingenieur *Cadiat* zu Paris construirter und im „Ergänzungsheft zu Valerius' Roheisenfabrikation, S. 56 ff. näher beschriebener und auf Taf. 3 abgebildeter Gebläse, von denen jedes eine Kraft von 80 Pferden hat, versehen 7 Koaksöfen und 2 Feineisenfeuer mit dem gehörigen Winde. — Dampf- und Gebläsekolben sitzen an einer gemeinschaftlichen Kolbenstange, und es wird daher die Kraft des Dampfes dem Gebläsekolben direct mitgetheilt und zwar ohne Parallelogramm, Balancier, Kurbelstange, Schwungrad, noch irgend eine andere Zwischenmaschine. Die Dampfmaschine arbeitet mit Hochdruck, ohne Expansion und Condensation. — Der Dampf wird in vier Kesseln erzeugt, welche durch die Gichtgase gefeuert werden; sie sind rund, $3^3/_4$ rh. Fuss weit, 32 rh. Fuss lang, und jeder ist mit 2 Fuss weiten und 35 Fuss langen Siederöhren versehen.

Der Blasecylinder hat 2,524 Meter (8 rh. Fuss) Durchmesser, und die Hubhöhe nach Abzug der Kolbendicke beträgt 2,1 Meter (6 Fuss 5 Zoll). — Die Windpressung beträgt durchschnittlich 1,40 Meter (7 rh. Fuss) am Wassermanometer. Das in 1 Minute erzeugte Luftvolum beträgt etwa 340 Kubikmeter = 11,050 rh. Kubikfuss. Der Nutzeffect in Pferdekräften ist = 110.

Ein anderes, a. a. O. S. 63 beschriebenes und auf Taf. 4 abgebildetes, *horizontales Gebläse* mit Dampfmaschine von 60 Pferdekräften, nach dem Princip der Ingenieure *Thomas* und *Laurens* von dem Maschinenbauer *Farcot* zu *St. Ouen* erbauet, hat Schwungrad, veränderliche Expansion und Condensation. Zwischen der Kolbenstange und der Schwungradwelle ist eine besondere Bewegungsmittheilung angebracht. Durch die veränderliche Expansion wird man in den Stand gesetzt, die Kraft und die Geschwindigkeit der Maschine nach den Bedürfnissen zu verändern, um die Grösse des Widerstandes nach Belieben, innerhalb sehr umfassender Grenzen, vermehren oder vermindern zu können. Man kann dieses Gebläse auch ohne Nachtheil mit grosser Geschwindigkeit betreiben. Obgleich aber die Gebläse dieser Art in mehreren französischen Eisenhütten angewendet werden, fehlt es doch an Angaben über ihre Leistungen.

*Gebläse auf britischen Hütten**). — Auf der Hütte zu *Ystalyfera*

*) Aus *Eck* und *Chuchul:* Metallurgische Bemerkungen auf einer Reise in England und Schottland, im Juni bis September 1851, in *Karsten*'s und *von Dechen*'s Archiv. Bd. 25, S. 573 ff.

in Wales werden die 9 Hohöfen mit Anthracit betrieben. Der Wind hat eine durchschnittliche Pressung von $4^1/_2$ Pfd. auf den engl. Quadratzoll. Die eine der grösseren Gebläsemaschinen für 4 Oefen hat etwa 150 Pferdekraft, so dass für einen Ofen 37 bis 38 Pferdekraft disponibel sind. Die Dampfkessel werden mit Gichtgasen gefeuert, und der Wind wird damit bis zur Schmelzhitze des Zinks erhitzt. Er wird durch 7 Formen in den Ofen geführt.

Zu *Cyfartha* in Wales, welches 13 Hohöfen hat, haben die Gebläsemaschinen eine sehr verschiedene Construction, theils nach *Watt*'schem, theils nach *Woolf*'schem Princip. Das neueste Gebläse ist nach dem letztern Princip eingerichtet, arbeitet mit 150 Pferdekräften, und speist 5 mit mageren Kohlen betriebene Hohöfen. An einer Hälfte des Balanciers mit kurzem Hub ist der kleine Dampfcylinder und am Endpunkte derselben Hälfte ein Schwungrad; an dem andern Ende des Balanciers der grössere Dampfcylinder, und unmittelbar darunter der Blasecylinder von 112 Zoll im Durchmesser. Die Dampfspannung soll 25 Pfd. betragen. Eine andere Gebläsemaschine mit Schwungrad, und zwar ebenfalls am Ende des Balanciers auf der Kraftseite, arbeitet für 3 Koakshohöfen. Der Blasecylinder hat 100 Zoll Durchmesser bei 8 Fuss Hub und 12 Wechseln; die Windpressung beträgt $2^1/_2$ Pfd. Die Maschine leistet hiernach einen Effect von etwa 110 Pferdekraft.

Auf dem *Dowlais*-Hüttenwerke in Wales sind für die 16 gewöhnlich im Betriebe stehenden Hohöfen 6 Gebläsemaschinen vorhanden, von denen die eine nach Woolf'schem Princip construirt ist. Der unmittelbar unter dem grössern Dampfcylinder liegende Blasecylinder hat einen sehr grossen Durchmesser, weshalb der Kolben zwei Stangen hat. Die Spannung der Dämpfe beträgt 32 Pfd. auf den Quadratzoll. Die Dämpfe treten zuerst in einen 32zölligen Cylinder, aus diesem in einen 50zölligen und sodann in den Condensator. Die Kraft der Maschine soll 300 Pferdekräften gleich sein.

Das *Calder*-Eisenwerk bei Glasgow in Schottland hat 6 mit rohen Steinkohlen und stark erhitzter Luft betriebene Hohöfen. Der zu ihrem Betriebe erforderliche Wind erfolgt aus einem Gebläse, welches durch eine Dampfmaschine in Bewegung gesetzt wird, deren Dämpfe 30 bis 40 Pfd. Spannung auf den Qnadratzoll und eine Kraft von 250 Pferden haben. Es hat diese Maschine 2 Blasecylinder, welche hinter einander auf einer Seite des Balanciers stehen, deshalb verschiedene Hubhöhe haben, nämlich der nach der Mitte zu liegende die Hälfte der Hubhöhe des entferntern Cylinders. Die Schwungradwelle liegt zwischen dem Dampfcylinder und der Balanciermauer. Die Pressung des Windes beträgt 3 Pfd. Er wird den Oefen durch 8 bis 9 sehr enge Düsen zugeführt, welche auf 3 Seiten des Gestelles vertheilt sind.

Auf der *Gartsherrie*-Hütte in Schottland, welche 16 mit rohen Kohlen betriebene Hohöfen hat, ist für die eine von den beiden

Reihen von 8 Oefen nur eine Gebläsemaschine vorhanden, deren Gebläsecylinder 121 Zoll im Durchmesser hat; bei einer Hubhöhe von 10 Fuss macht dieselbe bis 16 Wechsel in der Minute. Hiernach liefert die Maschine, bei einem Abzug von 12 Proc. Windverlust, in der Minute 22,472 engl. Kubikf., oder für jeden Ofen 2809 engl. = 2517 rh Kubikf. Die Pressung dieses bis zur Bleischmelzhitze erwärmten Windes ist $2^3/_4$ Pfd.

Ventilatoren oder *Centrifugal-Gebläse* sind bis jetzt erst sehr einzeln beim Hohofenbetriebe angewendet worden; Herr *Fr. Marquardt* beschreibt in *Dingler's* polytechn. Journal, Bd. 132, S. 81 ein eigenthümlich construirtes, welches den Hohofen der Nerahütte in Szaska im Banat mit Wind versieht und folgende Resultate giebt. Durchmesser der Ventilatoren, deren es zwei giebt, wovon der eine als Reserve dient, 20 Zoll, Flügellänge $6^1/_2$ Zoll, Flügelbreite $3^1/_2$ und $4^1/_2$ Zoll. Die Lufteinströmungsöffnungen haben einen Durchmesser von 9 Zoll, und sind gegen die Hülle des Gehäuses etwas excentrisch gesetzt. — Der Motor ist eine Fontaine'sche Turbine, welche 60 Rotationen in der Minute macht und dieselbe durch zwei Rad- und zwei Riemen-Vorgelege 50fach auf den Ventilator überträgt. Der letztere macht in diesem Falle 3000 Umdrehungen, und seine Flügel haben dabei eine Peripherie-Geschwindigkeit von 250 Fuss pr. Secunde. Der Ofen erhält in der Minute etwa 1000 Kubikfuss Luft. Die durch ein empfindliches Wassermanometer beobachtete Druckhöhe in den Windleitungsröhren ist die Function jener Geschwindigkeit, und stimmt mit dem Calcul ganz genau überein.

Als Resultate der mit diesem Gebläse angestellten Versuche und Beobachtungen führen wir nachstehende Sätze an:

1) Die Ausströmungsfläche (Düsenfläche) darf höchstens die Hälfte der Fläche eines Flügels betragen.

2) In diesem Falle strömt die Luft beinahe mit der Peripheriegeschwindigkeit der Flügel aus den Düsen, und die am Manometer abgelesene Druckhöhe ist die Function dieser Geschwindigkeit.

3) Wird diese Maximal-Ausströmungsfläche vermindert, so wird auch die erforderliche Betriebskraft für den Fall geringer, als die frühere Geschwindigkeit beibehalten werden soll. Bei gleichgebliebener Triebkraft vermehrt sich sofort die Geschwindigkeit der Flügel, und es ist dann ebenfalls die am Manometer sich zeigende Druckhöhe die Function der entsprechenden grössern Geschwindigkeit. Wird die Ausströmungsöffnung zu Null, so bleibt der Betriebskraft nur die Ueberwindung der Maschinen-Reibung und der Reibung der zwischen den Flügeln im Gehäuse herumgetriebenen Luftsäule.

4) Wird die Düsenöffnung grösser als die erwähnte maximale, so nimmt die Ausströmungsgeschwindigkeit der Luft, verglichen zu jener der Flügelperipherie, im Verhältniss der Fläche ab.

Hieraus folgt also: dass ein Centrifugalgebläse seine grösste Leistung mit der geringsten Betriebskraft dann effectuirt, wenn zwischen der Düsenfläche und der Fläche eines Flügels das Ver-

hältniss von 0,9 : 2 stattfindet; — ferner, dass das Maximum der Luft, welches ein Ventilator von gewissen Dimensionen ausblasen kann, nahebei sich aus dem Producte einer Flügelflächenhälfte mit der Flügel-Peripheriegeschwindigkeit calculirt; — ebenso, dass der eigentliche mechanische Nutzeffect des Ventilators als Gebläse nur aus dem Vergleiche seiner Maximal-Leistung mit der dazu nöthigen Betriebskraft zu berechnen ist, und dass dieser Nutzeffect aus den Versuchen auf 92 Proc. sichergestellt wurde; — endlich, dass bei einer gewissen bestimmten Luftquantität, welche durch einen Ventilator ausgeblasen werden soll, die Flügelfläche in einem bestimmten Verhältnisse kleiner construirt werden muss, als die Geschwindigkeit, mit welcher diese Luft ausgeblasen werden soll, grösser wird.

Ventilatoren, wie man sie bei Kupolöfengiessereien, in mechanischen Werkstätten u. dergl. findet, haben gewöhnlich Flügelflächen von 96 bis 100 Quadratzoll; solche Ventilatoren würden bei einer Peripheriegeschwindigkeit der Flügel von 250 Fuss per Secunde das ungeheure Luftquantum von 4600 Kubikf. per Minute auszublasen im Stande sein, d. h. genügen, um drei grosse Holzkohlen-Hohöfen oder fünf Kupolöfen mit der nöthigen Luft zu versehen.

Zur *Berechnung der Ventilatoren* theilen wir noch folgende allgemeine Formeln mit:

Ein Ventilator hat 3—4½ Fuss Höhe, ¾ bis ⁵⁄₄ Fuss Weite, und macht per Minute 600—1200 Umdrehungen. Bei der Umfangsgeschwindigkeit v desselben ist der Manometerstand theoretisch $h = \frac{v^2}{2gE}$, wenn E das Verhältniss der Dichtigkeit der Manometerfüllung zu der der Luft bezeichnet. Für Wassermanometer hat man $h = 0{,}00024\, v^2$ Zoll, z. B. für $v = 100$ Fuss; $h = 2{,}4$ Zoll. Die theoretische Ausflussgeschwindigkeit des Windes ist gleich der Umfangsgeschwindigkeit des Rades. Das Windquantum, welches ein Ventilator bei 3—4 Linien Quecksilber-Pressung per Minute liefert, ist bei 4½ Zoll Düsenweite circa 600 Kubikf., und hinreichend für einen Kupolofen mit 1000—1200 Pfd. Eisen. Die Umtriebsmaschine muss eine Leistung von 2—2½ Pferdekräften verrichten.

Winderhitzungsapparate.

Bei der Construction der Luft- oder Winderhitzungsapparate hat man Folgendes zu beachten:

Die atmosphärische Luft ist ein schlechter Wärmeleiter; man muss daher den Wind nicht in dicken Massen, sondern, soviel als thunlich ist, in dünnen Schichten durch den Apparat durchführen; aber die Geschwindigkeit darf auch nicht zu gross sein, weil bei einer zu grossen Geschwindigkeit zu wenig Zeit vorhanden ist, die Wärme aufzunehmen. Den Erfahrungen zufolge soll bei einer Luftschicht von 5 Zoll Dicke die Geschwindigkeit 30 Fuss

in 1 Secunde nicht viel übersteigen. Es muss daher der Lufterhitzungsapparat in so viele Canäle oder Röhren zertheilt werden, dass diesen Bedingungen entsprochen wird, wozu die bekannten Hufeisen- oder Hosenapparate mit hohen Knien am besten taugen und wirklich gute Dienste leisten.

Gichtensand, Asche etc. belegen die Apparatröhren mit einer Schicht, die oft eine harte Kruste bildet und die Wärme nicht gut durchlässt; es muss daher dafür gesorgt werden, dass der Apparat gereinigt werden kann. Bei solchen Apparaten, die aus einer einzigen Röhrentour (Schlangenapparate etc.) bestehen, oder sonst in horizontaler Lage angeordnet sind, giebt man mit Vortheil eine elliptische Form, und richtet die grosse Achse aufrechtstehend, damit Sand und Asche nicht so leicht lagern können. Auch hier leisten die Hufeisenapparate die besten Dienste, weil an den aufrechtstehenden Knien, durch die der Wind eigentlich erhitzt wird, sich nicht leicht Etwas anhängen kann, und blos die zur Lufterhitzung wenig wirkenden horizontalen Hauptröhren mehr belegt werden können.

Die Menge Wind, die in 1 Minute unter den oben angegebenen Verhältnissen bei einer schwachen Rothglühhitze des Apparates auf 300° R. erhitzt werden kann, ist

$$= 10 \text{ F Kubikfuss,}$$

wo F die Anzahl Quadratfusse bezeichnet, die vom Apparat der schwachen Rothglühhitze ausgesetzt sind.

Wird der Apparat mit den Gichtflammen geheizt, dann macht man die Einströmungsöffnung

$$= \frac{F}{35} \text{ Quadratfuss,}$$

und die Ausströmungsöffnung eines 15 bis 18 Fuss hohen Kamines

$$= \frac{F}{70} \text{ Quadratfuss.}$$

Wird der Erhitzungsapparat gross, z. B. auf 3000 und mehr Kubikf. Wind in 1 Minute, dann stellt man, der bessern Vertheilung der Flammen wegen, mit gutem Erfolg 2 Kamine auf, und macht jeden nur $\frac{F}{140}$ Quadratfuss weit. Die Einströmungsöffnung macht man 8, höchstens 12 Zoll hoch, und in der horizontalen Richtung so lang, dass der entsprechende Flächeninhalt zum Vorschein kommt.

Wird der Apparat mit Hohofengasen geheizt, dann macht man die Fuchsöffnung $= \frac{N}{20}$, wo N die Anzahl Pferdekräfte bezeichnet, die zum Betriebe des Gebläses erforderlich sind.

Herr *v. Mayrhofer* hat auch eine Tabelle berechnet, welche die Scalen der verschiedenen Wärmemesser angiebt und auch die Ausströmungs-Coefficienten enthält, so wie auch die Ersparung an Brenn-

materialien berechnet worden ist, welche durch Einführung heissen Windes von verschiedenen Graden entstehen muss. Wir müssen aber auch wegen dieser Tabelle auf die Quelle verweisen.

Ausserdem theilen wir noch folgende Erfahrungen und Formeln über die Lufterhitzungsapparate mit:

Vortheilhafteste Temperatur, bis zu welcher die Luft erhitzt werden soll	300°
Vortheilhafteste Heizfläche, um 1 Kubikmeter Luft per 1 Minute zu erhitzen .	0,8 — 1 Quadratmeter.
Vortheilhafteste Geschwindigkeit der Luft in den Wärmeröhren	10 — 11 Meter.
Geschwindigkeit der Luft in der Röhre, durch welche sie von dem Heizapparat nach den Düsenöffnungen geleitet wird	10 — 11 Meter.
Brennstoffaufwand, um einen Kubikmeter Luft zu erhitzen: Holz . .	$^{1}/_{15}$ Kilogr.
Brennstoffaufwand, um einen Kubikmeter Luft zu erhitzen: Steinkohlen	$^{1}/_{30}$ Kilogr.
Nutzeffect des Heizapparates	0,5.

Heizoberfläche. — Da die Luft ein schlechter Wärmeleiter ist, so muss sie der Einwirkung der Wärme in dünnen Schichten dargeboten werden. Die beste Einrichtung ist daher die, die Luft zwischen zwei concentrischen Röhren durchströmen zu lassen, während die Flamme im Innern der kleinen, und um die grosse Röhre circulirt. Auch muss die warme Luft sich in entgegengesetzter Richtung der Flamme im Apparat bewegen.

Da die Erhitzung der Luft nur durch eine Circulation durch Röhren bewirkt werden kann, so ist damit stets eine Verminderung des Druckes verbunden, die einem Verlust an Triebkraft gleich ist, der sich berechnen lässt, wenn man die Krümmungen unberücksichtigt lässt, die man so gering wie möglich zu machen sucht, wenn man die Factoren der Heizoberfläche bestimmt. Diese Factoren sind der Umfang der Röhren und ihrer Länge. Man giebt der ersten den möglichst grössten Werth, welches da hinausläuft, die Querschnitte zu vermehren und folglich die Geschwindigkeit zu vermindern, und den Werth der zweiten vermindert man soviel als möglich.

Man nimmt an, dass in einem Röhrenapparat, in welchem man die Luft bis auf 250 oder gar 350° erhebt, jedes Quadratmeter im Durchschnitt 100 Wärmeeinheiten in der Minute durchlässt. Bezeichnet daher Q das Luftvolum in Kubikmetern, bei 0° und von 0,76 Metern, welches in der Minute erhitzt werden soll, t die mittlere Temperatur, welche sie erreichen soll, S die Heizoberfläche in Quadratmetern, so erhält man:

$$100\ S = 0{,}265\ .\ 1{,}3\ \text{Kilogr.}\ Q\ t;$$
$$S = 0{,}00344\ Q\ t;$$

wobei 0,265 die specifische Wärme der Luft. Für t = 300° C., ist S fast = Q.

Querschnitt der Röhren. — Wenn man die Geschwindigkeit

V der Luft in der Secunde und den Druck H giebt, so findet man den ganzen Querschnitt S durch die Formel:

$$\frac{S' = 0{,}76\ (1 + 0{,}00366\ t)\ Q}{60\ V\ (0{,}76 + H)}$$

Wenn R den innern Halbmesser einer Röhre bezeichnet, so wird die Zahl N gegeben durch:

$$N = \frac{S'}{\pi\ R^2}$$

Es sei E die Dicke oder Stärke einer Röhre, so wird R + E ihr äusserer Durchmesser, und $2\ \pi\ (R + E)$ wird ihr Perimeter sein, und folglich die Länge l einer jeden Röhre:

$$l = \frac{S}{2\ \pi\ (R + E)\ N}$$

Die Geschwindigkeit der Luft vermindert man um so mehr, je mehr man ihre Temperatur steigert, um eine hinreichende Heizoberfläche zu erhalten, ohne dass die Totallänge der Röhren zu gross wird; man darf im Allgemeinen 10—12 M. in der Secunde nicht übersteigen.

Kaum dürfte es zu bemerken nöthig sein, dass man zur Vermeidung gefährlicher Explosionen jedesmal die Düsen von dem Ofen zurückziehen muss, wenn man den erhitzten Wind aufhält.

Scheerer's Theorie. (Metallurgie I.) — Aus den Berechnungen, die wir weiter oben bei den Brennmaterialien angestellt haben, folgt, dass sich die Temperatur in einem Hohofen bis auf 2650° C. erhöhen lasse, jedoch nur in einem so kleinen Raume, dass wir ihn als einen Punkt ansehen müssen. Rings um diesen Mittelpunkt vermindert sich die Temperatur nach allen Richtungen, allein das Roheisen wird noch überall da flüssig, wo die Temperatur höher als 1600° C., dem Schmelzpunkte des Roheisens, ist. Wir wollen jetzt annehmen, dass man die Luft bei t° erhitze und dass man ihr Einströmen in den Ofen so regulire, dass eine ebenso grosse Menge hineingelangt, als beim Betriebe mit kalter Luft. In diesem Falle würde der heisseste Punkt für Holzkohlen, die aus 0,03 Asche und aus 0,97 Kohlenstoff bestehen, die Temperatur $P' = 2652°\ C. + 1{,}02\ t$ erreichen; der Schmelzpunkt wird sich in dem Verhältniss von $(2652 - 1600)^3 : (P' - 1600)^3 = 1052^3 : (1052 + 1{,}02\ t)^3 = 1 : (1 + 0{,}000967\ t)^3$ vergrössern, indem man annimmt, dass um den heissesten Punkt die Temperatur in arithmetischer Progression abnimmt, und die mittlere Temperatur des Schmelzraumes nach derselben Hypothese in dem Verhältniss von $(2652 + 1600) : (P + 1600) = 1 : (1 + 0{,}00024\ t)$ zunimmt. Der Schmelzeffect, welcher durch die in gleichen Zeiten und mit gleichen Brennmaterialmengen ausgeschmolzenen Roheisen-Quantitäten gemessen wird, muss sich aber bei Anwendung 0° warmer, und bei Anwendung t° warmer Gebläseluft verhalten 1) wie die kubischen Inhalte der betreffenden Schmelzräume, und 2) wie die mittleren Temperaturen derselben. Letzteres

muss wenigstens annähernd aus dem Grunde der Fall sein, weil die Schmelzung des Roheisens bei einer höhern Temperatur schneller vor sich gehen wird, als bei einer niedern. Setzen wir den bei Anwendung von 0° warmer Gebläseluft stattfindenden Schmelzeffect = 1 und bezeichnen wir den durch t° warme Gebläseluft bewirkten Schmelzeffect mit E, so findet die Proportion statt:

$$1 : E = 1 : (1 + 0{,}000240 \,.\, t)\ (1 + 000967 \,.\, t)^3,$$

und es ergiebt sich daraus

$$E = (1 + 0{,}000240 \,.\, t)\ (1 + 0{,}000967 \,.\, t)^3$$

In Betreff der Anwendung dieser allgemeinen Formel sind folgende Bemerkungen zu berücksichtigen.

Man benutzt die Effect vermehrende Wirkung der erhitzten Gebläseluft niemals auf die Weise, dass man dasselbe Brennmaterial-Quantum beibehält, welches bei Anwendung kalten Windes erfordert wurde, und dadurch die absolute Production direct bis zu einem solchen Grade erhöht, wie die obige Formel angiebt; sondern man zieht es vor, jenes Brennmaterial-Quantum mehr oder weniger zu vermindern, zuweilen selbst in dem Maasse, dass dadurch die Production beinahe wieder zu 1, d. h. zu der bei kaltem Winde erhaltenen Production, zurückgeführt wird. Bei den meisten Hohöfen hat man es jedoch so eingerichtet, dass man sowohl die Production erhöht, als auch an Brennmaterial erspart. Will man also unter solchen Umständen den wahren Effect der erhitzten Gebläseluft ermitteln, so muss man natürlich nicht blos auf die vermehrte Production, sondern auch auf die Brennmaterialersparniss Rücksicht nehmen. Dies geschieht auf folgende Weise. Angenommen, ein Hohofen habe durch Anwendung heisser Luft eine $1^1/_2$ mal so grosse absolute Production als früher erlangt, und die zugleich eingetretene Ersparniss an Brennmaterial betrüge $^1/_4$, d. h. 25 Proc. von dem bei kalter Luft verbrauchten Brennmaterial-Quantum, wie gross würde der wahre Schmelzeffect des heissen Windes in diesem Falle sein? Hätte man bei kaltem Winde nur $^3/_4$ des eigentlich erforderlichen Brennmaterials angewendet, so würde die absolute Production natürlich auch nur ungefähr $^3/_4$ von der früher erhaltenen gewesen sein. Da man aber durch Anwendung erhitzter Gebläseluft unter diesen Umständen eine Production erreicht, welche $1^1/_2$ mal so gross als die frühere ist, so ergiebt sich, dass der Effect des heissen Windes in diesem Falle eigentlich $\frac{1^1/_2}{^3/_4} = 2$ beträgt. Bezeichnet man daher mit b die Ersparung an Brennmaterial (das bei kalter Luft verbrauchte Quantum = 1 gesetzt), und mit c den Coefficienten, welcher den zugleich erfolgten Productionsanwachs ausdrückt, so hat man

$$E = \frac{c}{1 - b}$$

Erst mit Hülfe dieses Ausdrucks ist man im Stande zu untersuchen, ob die nach der letztern Formel berechneten Schmelzeffecte mit den erfahrungsmässigen übereinstimmen.

Walter de St. Ange und *le Blanc* geben in ihrem bekannten Werke über den Eisenhüttenbetrieb (übersetzt von *Hartmann*) an, dass man bei allen englischen und schottischen Hohöfen, wo man bis zu etwa 200° C. (dem Schmelzpunkte des Bleies) erwärmte Gebläseluft angewendet hat, folgende Durchschnittsresultate erhielt: 1) Vermehrung der absoluten Production um 50 Proc. und 2) Ersparung an Brennmaterial von $^1/_3$ bis $^2/_5$, im Durchschnitt also von 0,366 des früher verbrauchten Quantums. Der *erfahrungsmässige Effect* ist also nach der erstern Formel = 2,36 gewesen, und der nach der letztern *berechnete* = 2,42.

Auf dem Eisenwerke *Saynerhütte* in Rheinpreussen hat man durch Anwendung einer bis auf 210° C. erwärmten Luft 16 Proc. Kohlen gespart und die Production um 7 Proc. erhöht. Der erfahrungsmässige Effect war also = 1,87; der berechnete ist = 1,83.

Auf dem Hüttenwerke *Brefven* in Schweden hat man eine erwärmte Gebläseluft von durchschnittlich 145° C. angewendet. Man sparte hierdurch etwa 19 Proc. Kohlen und steigerte die Production um 18,87 Proc. Wirklicher Effect = 1,41; berechneter = 1,53.

Auf dem Hüttenwerke *Åcker* in Schweden hatte der angewendete warme Wind eine Temperatur von 100° C., und man erreichte hierdurch eine Kohlenersparniss von ungefähr 20 Proc., ohne jedoch eine Vermehrung der Production zu erhalten. Der wirkliche Effect = 1,25; der berechnete = 1,36.

Auf dem Hüttenwerke *Morgenröthe* in Sachsen hatte die erhitzte Gebläseluft eine Temperatur von 250° C. Man ersparte 23,28 Proc. Kohlen und vermehrte die Production um 29 Proc. Wirklicher Effect = 1,69; berechneter Effect = 2,02.

Viertes Capitel.

Die Construction der Hohöfen.

Wir haben es hier zuvörderst mit der Gestalt des innern Ofenraumes zu thun, der allein einen wesentlichen Einfluss auf den Betrieb hat; wir folgen dabei Prof. *Scheerer* in seiner trefflichen Metallurgie (II. 80 ff.).

Gestalt der Eisenhohofenschächte im Allgemeinen. — Warum giebt man dem Schachte eines Eisenhohofens stets eine Gestalt, welche zweien abgestumpften Kegeln gleicht, deren Basen an einander liegen und deren unterer in einen engen Raum ausläuft?

Diese Frage findet ihre Beantwortung in Folgendem. Der untere Raum, das *Gestell,* in welchem die Düsen einmünden, darf keinen beträchtlichen Querschnitt haben, weil es in diesem Theile des Ofens darauf ankommt, einen Hitzgrad zu erzeugen, bei welchem Roheisen mit Leichtigkeit schmilzt. Dass dieser Hitzgrad zum Theil von dem Ofenquerschnitte abhängig ist und mit der Grösse desselben abnimmt, ist eine bekannte Sache. Oberhalb des Schmelzraumes aber, also oberhalb des Gestelles, wirkt ein starker Hitzgrad schädlich. Die Kohlung geht am besten vor sich, wenn sie durch kein Zusammensintern des Erzes beeinträchtigt wird. Es muss sich folglich der Ofen über dem Gestelle plötzlich erweitern, wodurch der Rastraum gebildet wird. Allein in dieser Dossirung kann man die Ofenwände nicht bis zur Gicht führen; die bei der Rast eintretende Erweiterung des Ofens muss wieder abnehmen, sonst würde die oberhalb der Rast liegende Beschickung zu wenig durch die Ofengase vorbereitet werden. Man giebt daher dem obern (eigentlichen) Schachtraume entweder die Gestalt eines abgestumpften Kegels oder — selten — die eines Cylinders.

Einfluss der konischen und der cylindrischen Schächte. — Angenommen, man hätte zwei Hohöfen von *gleicher Capacität* (gleichem räumlichen Inhalt), den einen von der erstgenannten Gestalt, und den andern von der cylindrischen Gestalt des Schachtes. In beiden Hohöfen wird die im Schachte enthaltene Beschickung, bei sonst gleichen Verhältnissen, während einer gegebenen Zeit von einer gleichen Menge Ofengase durchströmt, und folglich auf gleiche Weise zum Schmelzen vorbereitet und zum Schmelzen gebracht. So ist es wenigstens der Theorie nach; bei der praktischen Ausführung dagegen erleidet dieser Hergang eine bedeutende Modification. Die Schichten des Brennmaterials und der Beschickung gehen in dem cylindrischen Ofen an den senkrechten Ofenwänden gleichförmig nieder, was in dem konischen Ofen nicht der Fall ist. In letzterm erweitert sich der Schachtraum von der Gicht abwärts; jene Schichten erhalten dadurch bei ihrem Hinabsinken eine Tendenz zu einer entsprechenden Ausbreitung, was eine Auflockerung derselben nach sich zieht. Je kleiner der Durchmesser der Gicht im Verhältniss zu dem des Kohlensackes (am obern Ende der Rast) ist, desto weniger werden jene Schichten der beträchtlichen Breitezunahme des Ofens folgen können, und als unmittelbare Wirkung davon wird sich zunächst den Ofenwänden ein mantelförmiger Raum bilden, wo Brennmaterial und Beschickung lockerer liegen als nach innen zu, und wo folglich die Ofengase bei ihrem Aufsteigen den geringsten Widerstand finden. Ein solches Verhältniss zieht aber den Uebelstand einer ungleichförmigen Vorbereitung durch die Ofengase nach sich, indem die den Ofenwänden zunächst liegenden Erze der Einwirkung dieser Gase weit mehr ausgesetzt sind, als die nach innen zu befindlichen. Man könnte hieraus folgern, dass ein cylindrischer Ofenschacht, weil er ein gleichförmigeres Aufströmen der Ofengase veranlasst, einem konischen Schachte in allen Fällen vorzuziehen sei. Dies würde

vollkommen wahr sein, wenn man auf allen Eisenhüttenwerken Erze von einem richtigen Grade der Zerkleinerung anwendete und anwenden könnte. Theils weil es die Umstände nicht anders gestatten, theils auch wohl aus Unachtsamkeit werden aber oft Beschickungen angewendet, welche, vermöge ihres kleinen Kornes oder ihrer sogar pulverförmigen Beschaffenheit, das Aufströmen der Ofengase sehr behindern. In solchen Fällen dient ein konischer Ofenschacht wenigstens zu einiger Auflockerung, ohne jedoch dem Uebelstande der ungleichförmigen Vertheilung der Ofengase ganz abzuhelfen. Wo man dagegen Beschickung und Brennmaterial in nicht zu kleinen Stücken und zugleich letzteres von nicht zu leichter Zerdrückbarkeit anwendet, kann man sich mit gutem Erfolge eines cylindrischen Schachtes bedienen. Ein solcher gewährt überdies noch den Vortheil, dass er, bei gleicher Capacität, eine geringere Wandfläche als ein konischer Schacht besitzt und folglich einem geringern Wärmeverluste hinsichtlich der Wärmeableitung durch die Ofenwände ausgesetzt ist.

Einfluss des Rastwinkels nach der Theorie. — Die Dossirung der Rastwände oder die *Grösse des Rastwinkels* ist ebenfalls von Einfluss auf den Hohofenprocess. In zwei Hohöfen von *ungleicher Capacität,* deren Rastwinkel aber verschieden sind, muss die Rast des einen höher und steiler sein als die des andern.

In dem Ofen mit flächerer Rast wird deshalb die Grenze zwischen der Kohlungs- und Reductionszone, welche im ersten etwa im Rastwinkel liegt, mehr nach oben rücken. Zugleich aber werden sowohl Kohlungs- als Reductionszone des zweiten Ofens nicht völlig das Volum erreichen können, welches diese Zonen im ersten Ofen besitzen, weil in diesem — wegen seiner grössern Capacität — die Beschickung besser vorgewärmt wird. Doch wird dieser Nachtheil dadurch mehr oder weniger compensirt, dass die schwache Dossirung der Rast des zweiten Ofens einen geringern Hitzgrad der Kohlungszone zur Folge hat, als im entsprechenden Theile des ersten Ofens, hierdurch also die Kohlung wieder begünstigt. — In zwei Hohöfen von *gleicher Capacität*, A und B, (von denen dem Ofen B durch die grössere Schachthöhe zugelegt ist, was ihm durch das geringere Volum des Rastraumes b' abgeht), werden Kohlungs- und Schmelzzone — wenn auch von verschiedener Gestalt, doch — von gleichem räumlichen Inhalte sein. Zu Gunsten des Ofens B bleibt hier, da die Vorwärmung der Beschickung in beiden Oefen gleich gross ist, der oben gedachte Vortheil übrig, welcher in dem geringern Hitzgrade der Kohlungszone und — in Folge hiervon — in einer höhern Kohlung (vor der Schmelzung) und folglich auch leichtern Schmelzung des gekohlten Eisens besteht. Da diese leichtere Schmelzbarkeit zu einem geringern Brennmaterial-Aufwande benutzt werden kann, so ergiebt sich: dass flache Rasten im Allgemeinen mit einer Ersparung an Brennmaterial verbunden sind.

K. A. Weniger (der praktische Schmelzmeister, S. 75) giebt an, dass nach seinen Erfahrungen der Kohlenverbrauch bei Rast-

winkeln von 65°, 55°, 45° und 25° sich verhalte wie resp. $3^1/_4 : 2^1/_4 : 1^1/_2 : 1^1/_8$. Wenn auch diese bedeutenden Unterschiede in den verbrauchten Kohlenmengen zum Theil von ganz anderen Umständen als vom Rastwinkel herrühren dürften, so erscheint das Resultat doch jedenfalls als ein beachtenswerthes. Auch auf dem Harze ist man der Ansicht, dass flache (40—45° betragende) Rasten von vortheilhafter Wirkung auf den Schmelzprocess sind. Von vielen anderen Seiten her wird das Gegentheil behauptet. Jedenfalls kommen hierbei mancherlei Umstände in Betracht, welche weder ein absolut günstiges noch absolut ungünstiges Urtheil gestatten. Bei Koaks-Hohöfen, die mit stark gepresstem Winde betrieben werden, können flache Rasten schon aus dem Grunde von keinem bessern Effecte sein, weil sie bald wegschmelzen. —

Halten wir das so eben gewonnene Resultat fest, so finden wir, dass dasselbe keiner extremen Anwendung fähig ist, und dass folglich die Frage entstehen muss, *welcher Rastwinkel der vortheilhafteste sei?* Bei einer fast horizontalen Rast würde die Beschickungs- und Brennmaterialsäule fest aufsitzen und der Schmelzprocess sehr bald ins Stocken gerathen. Aber auch bei einem Rastwinkel von 20—30° ist die Tendenz der Schmelzsäule zum Nachrücken in das Gestell immer noch eine sehr geringe. Es können sich unter solchen Verhältnissen oberhalb der Schmelzzone leicht hohle Räume in der Schmelzsäule bilden, was einen sehr unregelmässigen Ofengang herbeiführen würde. Giebt man, um dies zu vermeiden, dem Gestell eine grössere Weite, so wird dadurch der Hitzgrad in der Schmelzzone herabgezogen, oder vielmehr die Grenze zwischen Schmelz- und Kohlungszone kommt niedriger zu liegen. Ein Theil der Beschickung würde unter diesen Umständen ziemlich todt auf der Rast ruhen, und nur in grösserer Nähe der centralen Achsenlinie des Ofens würde ein lebhafteres Nachrücken der Gichten (Schichten des Brennmaterials und der Beschickung) erfolgen. Bei Anwendung sehr flacher Rasten ist man daher nicht allein genöthigt, ein Gestell von grösserer Weite anzuwenden, sondern auch letzteres um so viel zu erniedrigen, dass die am untern Theile der Rast befindliche Beschickung allmälig wegschmelzen und anderen Theilen der nachrückenden Schmelzsäule Platz machen kann. Allein der Erweiterung des Gestelles sind dadurch Grenzen gesetzt, dass ein um so grösserer Theil der Schmelzsäule unmittelbar bis ins Gestell, ja selbst bis in den Herd drückt, was von verschiedenen Uebelständen begleitet ist. Bei einem normalen Ofengange ist dieser Druck nicht stärker, als dass er das allmälige Nachrücken der Schmelzsäule nur in solchem Maasse bewirkt, dass der durch Verzehrung des Brennmaterials und durch Niederschmelzen des Eisens und der Schlacke entstandene Raum stets wieder gleichmässig ausgefüllt wird. Hierbei ist die Dossirung der Rast und die obere Weite des Gestells natürlich von grossem Einfluss.

Einfluss des Rastwinkels in der Praxis. — Theoretische Unter-

suchungen über den vortheilhaftesten Rastwinkel brauchen jedoch kein minutiöses Resultat anzustreben. Durch gewisse, in der Praxis stattfindende Umstände werden wir dieser Mühe enthoben. Gestell und Rast bleiben bei einem im Betriebe stehenden Hohofen nicht lange von derjenigen Form, in welcher man sie herzustellen für zweckmässig erachtete. Sie werden — besonders bei stark gepresstem, erhitztem Winde und festem Brennmaterial — oft sehr bald durch Abschmelzen des Mauerwerkes verändert. Bis zu welchem bedeutenden Grade diese Veränderungen eintreten können, gewahrt man mitunter an den ausgeblasenen Hohöfen. Die Wirklichkeit giebt oft Beispiele, dass nach Beendigung der Schmelzcampagne das Innere der Oefen vom Kohlensack abwärts sehr verändert worden ist. Dass eine Schmelzcampagne bis zu einer solchen Umgestaltung des Ofenschachtes fortgesetzt und dabei immer noch ein leidlich graues Roheisen erhalten werden kann, scheint alle scharfen Regeln in Betreff der Construction der Rast und des Gestelles überflüssig zu machen. Allein so weit darf die Sorglosigkeit doch nicht gehen, wie sich aus folgenden Umständen ergiebt.

Die Erzeugung eines grauen Roheisens bei sehr erweitertem Gestell und theilweise niedergeschmolzener Rast wird nur dadurch ermöglicht, dass sich hierbei an die Gestellwände gesinterte Massen, oft grossentheils aus einem kohlenarmen Eisen (Frischeisen) bestehend, ansetzen und so gewissermaassen an die Stelle des zerstörten Mauerwerks treten. Je weniger dies geschieht, je mehr sich also Gestell- und Rastraum *wirklich* erweitern, desto schwieriger wird es, den Ofen in der Production von grauem Roheisen zu erhalten, was sich dann gewöhnlich nur durch eine entsprechende Aufopferung an Brennmaterial erreichen lässt. Wenn also auch eine scrupulöse Genauigkeit hinsichtlich des Rastwinkels und der Gestellweite nicht durch einen entsprechenden Erfolg belohnt werden dürfte, so ist doch eine gewisse Sorgfalt hierbei ohne Zweifel von Nutzen, und zwar von um so grösserm Nutzen: *je mehr die Feuerfestigkeit des zur Rast und zum Gestell angewendeten Baumaterials eine längere Dauer dieser wichtigen Ofentheile garantirt.*

Gewöhnliche Grösse der Rastwinkel. — Ein Rastwinkel von ungefähr 45° dürfte in vielen Fällen, namentlich für Holzkohlenöfen, ein passender sein. Die meisten Hohöfen haben inzwischen einen grössern. Bei Koakshohöfen trifft man Rastwinkel bis zu 60° und darüber. Dass man auf solche Weise einen stärkern Hitzgrad in die Rast bringt und der Schmelzsäule mehr Tendenz zum Nachrücken giebt, befördert jedenfalls die absolute Production an Roheisen. Die dadurch beeinträchtigte Kohlung *vor der Schmelzung* wird bei Koakshohöfen durch die Kohlung *nach der Schmelzung* wieder eingeholt, zu welcher hier die hohe Temperatur in der Schmelzzone eine gute Gelegenheit bietet. Doch ist dabei zu erwägen, dass die Kohlung *nach der Schmelzung* eine verhältnissmässige Verunreinigung mit sich führt.

Hohöfen zur Production von weissem und lichtgrauem Roheisen.

— Hohöfen, welche zur Production von weissem Roheisen bestimmt sind, müssen eine Construction erhalten, welche die Hervorbringung eines hohen Hitzgrades in der Schmelzzone nicht begünstigt. Dies wird durch Erweiterung des Gestelles und Vergrösserung des Rastwinkels erreicht. Im Extreme dieser Maassregel entstehen hieraus die sogenannten Blauöfen, wie man sich deren in Steyermark, bei Anwendung von Holzkohlen, zur Production von Spiegeleisen aus Spatheisensteinen bedient. Jedoch nur so günstige Verhältnisse, wie sie in Steyermark hinsichtlich der Erzeugung eines weissen Eisens stattfinden, machen die Anwendung dieser — durch gänzliches Fehlen des Gestelles charakterisirten — Schachtform räthlich. Bei Erzen, welche schwerer reducirbar und strengflüssiger als Spatheisensteine und Sphärosiderite sind, würde man bei einem solchen Ofen sehr leicht dem Rohgange ausgesetzt sein. Zugleich sind die Blauöfen durch ihre geschlossene Brust von anderen Eisenhohöfen verschieden.

Belgische Koakshohöfen. — In Belgien, wo man Brauneisensteine mit Koaks verschmelzt, wendet man zur Darstellung eines weissen (zum Theil nur grauweissen) Roheisens *(fonte d'affinage)* Oefen von eigenthümlicher Schachtform an. Das etwa $6^1/_2$ Fuss hohe und oben 3 Fuss weite Gestell verläuft sich hier unter einem Winkel von ungefähr 62° in den eigentlichen Schacht, ohne mit diesem, wie sonst gewöhnlich, einen scharfen Winkel im Kohlensacke zu bilden.

Schwedische und norwegische Holzkohlenhohöfen. — Die schwedischen und norwegischen Hohöfen, welche ebenfalls mehr auf lichte Roheisensorten, als auf graues Gussroheisen berechnet zu sein pflegen, haben eine Construction, welche sich der der belgischen Hohöfen so weit anschliesst, als dies bei der Verschiedenheit der Erze und des Brennmaterials geschehen kann. Kohlensack und Gestell sind durch eine Curve verbunden, deren Krümmung nicht auf allen Seiten des Schachtes eine gleiche ist. Das Gestell ist an der Formseite (man wendet nur eine, etwas geneigt liegende Form an) $2^1/_2$ Fuss, an der Windseite 2 Fuss hoch; an der Rückseite läuft die Rastcurve bis in den Herd. Der Schacht hat eine Höhe von $28^1/_2$ Fuss und eine Gichtweite von $4^1/_2$ Fuss. Oefen von grösserer Höhe als 32 Fuss kommen in Schweden nicht vor.

Grösse der Hohofenschächte. — Die Grösse der Hohofenschächte und die Verhältnisse gewisser ihrer Hauptdimensionen zu einander findet man auf den verschiedenen Eisenhüttenwerken von überaus grosser Verschiedenheit. Es giebt Eisenhohöfen, deren Höhe (von der Herdsohle bis zur Gicht) kaum 20 Fuss beträgt, während andere, wie z. B. die oben gedachten belgischen, so wie die neueren oberschlesischen Hohöfen, eine Höhe von 50 Fuss erreichen, und in England hat man Koakshohöfen von sogar 60 Fuss Höhe. Eine Höhe von 20 Fuss ist jedenfalls gar zu gering, um eine hinreichende Vorbereitung der Erze durch die Ofengase zu gestatten. Für einen kleinern Betrieb — wie er bei Oefen von geringer Capacität, die mit schwach gepresstem und ziemlich knappem Winde gespeist werden, stattfindet

— mag eine Höhe von 28—30 Fuss hinreichend sein. Eine Höhe von 35 Fuss kann bei Holzkohlenhohöfen in der Regel nicht gut überschritten werden, weil sonst zu leicht eine Zerdrückung des Brennmaterials in den unteren Schichten eintritt. Bei schwerer reducirbaren Erzen von nicht zu kleinem Korne, bei nicht leicht zerdrückbarem Brennmaterial (Koaks) und einer reichlichern Menge stark gepressten Windes ist es aber ohne Zweifel vortheilhaft, Schächte von 40 Fuss Höhe und selbst darüber anzuwenden. Die älteren oberschlesischen Koakshohöfen sind 40—45 Fuss hoch. Koaks- und Anthracithohöfen von 55—60 Fuss Höhe pflegen nur zur Verschmelzung ungerösteter Erze zu dienen; man benutzt also gewissermaassen die oberen 10—20 Fuss ihres Schachtes als Röstofen. In Betreff einer Ersparung an Brennmaterial erscheint dies vortheilhaft; allein unmöglich können hierdurch, da die Erze auf solche Weise hauptsächlich nur *reducirenden* Gasen ausgesetzt sind, die Wirkungen einer guten oxydirenden Röstung erreicht werden.

Hohöfen von etwa 30 Fuss Höhe, wie sie bei Holzkohlenbetrieb häufig vorkommen, pflegen — bei etwa 8 Fuss Kohlensackdurchmesser — einen räumlichen Inhalt von 700—800 Kubikf. zu haben; Koakshohöfen von 40 Fuss Höhe eine Capacität von wenigstens 1500 Kubikf., bei einem Kohlensackdurchmeser von 11 Fuss eine Capacität bis zu 1900 und 2000 Kubikf. Der Inhalt der 48—50 Fuss hohen Oefen mit 13—14 Fuss Durchmesser im Kohlensacke beträgt ungefähr 3500—4000 Kubikf., ist also 5 mal so gross als der eines gewöhnlichen deutschen Holzkohlenhohofens von 30 Fuss Höhe.

Verhältniss der verschiedenen Dimensionen von Hohöfen zu einander. — Es giebt empirische Regeln, welche von der Schachthöhe oder von dem Kohlensackdurchmesser eines Ofens alle übrigen Dimensionen des Ofenschachtes bis zu einem gewisse Grade abhängig machen. In dem Folgenden sind einige dieser Regeln angegeben.

1) *Kohlensack.* — Der *Durchmesser des Kohlensacks* beträgt bei den meisten Eisenhohöfen 0,2—0,3 der Schachthöhe (von der Herdsohle bis zur Gicht). Hat man eine hinreichende Menge stark gepresster Gebläseluft zu seiner Disposition, so dürfte es vortheilhaft sein, den Kohlensackdurchmesser auf das Maximum dieser Grenze zu bringen. In einigen englischen Koakshohöfen steigt der Kohlensackdurchmesser bis zu 0,33 der Schachthöhe, mitunter sogar noch darüber.

Die *Höhe des Kohlensacks über dem Bodenstein* (der Sohle des Herdes) ist = 0,25—0,33—0,40 der Schachthöhe, je nachdem man eine leichte Beschickung (leichte Kohlen, leicht reducirbare und leicht schmelzbare Erze) mit schwächerem Winde, oder eine schwere Beschickung mit stärkerem Winde zu verschmelzen hat. In den 50—60 Fuss hohen Koaks- und Anthracithohöfen liegt der Kohlensack nicht höher als in Oefen von 40—45 Fuss Höhe, weil, wie schon erwähnt, der obere Theil jener Oefen häufig nur als Röstraum dient. Bei Oefen, welche einen cylindrischen Kohlen-

sack haben, beziehen sich diese Angaben auf die *untere* Fläche desselben. Die Höhe dieses Kohlensacks wechselt bei verschiedenen Koakshohöfen zwischen ungefähr 2—6 Fuss; doch lässt sich dieselbe oft nicht genau bestimmen, da die Wände des Kohlensacks sich in einer schwach gekrümmten Curve nach oben und unten zu verlaufen pflegen.

2) *Gicht.* — Der *Durchmesser der Gicht* wird zu 0,4—0,5 des Kohlensackdurchmessers, also zu 0,08—0,15 der Schachthöhe angenommen. Unter den oben gedachten Umständen und bei Anwendung einer Beschickung von nicht zu kleinem Korne, so wie eines nicht zu leicht zerdrückbaren Brennmaterials, kann man ihn jedoch beträchtlich grösser machen.

3) *Gestell.* — Die *Dimensionen des Gestelles* üben einen sehr wesentlichen Einfluss auf den Gang des Hohofenprocesses aus, sowohl in Betreff der Qualität als der Quantität des erzeugten Roheisens. Dieselben sind abhängig von der Art und besondern Beschaffenheit der Beschickung, des Brennmaterials und des zu producirenden Roheisens, von der Menge, Pressung und Temperatur der Gebläseluft und von noch manchen anderen Umständen, unter denen auch die Anzahl der Formen und die Feuerfestigkeit des zum Gestell verwendeten Baumaterials eine Rolle spielen. Man sieht ein, dass es unmöglich ist, alle diese Functionen ihrer Wirkung nach genau zu bestimmen, ja nur annähernd abzuschätzen, um daraus eine Formel zu entwerfen, welche die Dimensionen des Gestelles für jeden speciellen Fall angiebt. Wir sind daher hier zunächst ausschliesslich auf die Erfahrung hingewiesen; aber die Theorie vermag es, einige Winke zu geben, welche uns auf dieser erfahrungsmässigen Basis fortbauen helfen. *Le Blanc* und *Walter* führen hierüber in ihrem bekannten Werke Folgendes an.

Man erweitert das Gestell nach oben zu: 1) um den Niedergang der Materien zu erleichtern; 2) um zu verhindern, dass der Schmelzpunkt zu hoch geführt und die Rast zu stark angegriffen werde; 3) um den Durchschnitt zu vergrössern, in welchem die Schmelzung zu erfolgen beginnt, und um eine grössere Roheisenmenge im Gestell halten zu können, wobei man sich stets in solchen Grenzen hält, dass die Qualität des Roheisens nicht leidet.

Die Erfahrung hat gelehrt, dass, um graues Roheisen zu produciren, das Gestell hoch und eng sein müsse;

dass harte und dichte Kohlen ein höheres und weiteres Gestell erfordern, als leichte Kohlen;

dass es bei strengflüssigen Erzen noch mehr erhöht werden muss, als bei leichtflüssigen, und dass es in diesem Falle um so enger sein muss, je leichter die Kohlen sind;

dass die weiten Gestelle dann zweckmässig sind, wenn man nur weisses Roheisen produciren will, und dass sie in diesem Falle um so niedriger sein können, je leichtflüssiger die Erze sind;

endlich, dass sich das Gestell um so weniger nach oben erweitern darf, je zerreiblicher und um je mehr die Schmelzmaterialien zum Zusammendrücken geneigt sind.

Bei Holzkohlenhohöfen von 22—25 Fuss Höhe macht man das Gestell nicht niedriger als 4 Fuss, und will man graues Roheisen produciren, so ist es zweckmässig, es $4^3/_4$ Fuss hoch zu machen.

Bei 35—38 Fuss hohen Oefen wechselt die Höhe des Gestelles von 5—6 Fuss.

Bei Koakshohöfen von $41^1/_2$—$44^1/_2$ Fuss beträgt die Höhe des Gestelles 6—$6^1/_2$ Fuss; den 48—51 Fuss hohen Oefen kann man ein $6^1/_2$—7 Fuss hohes Gestell geben.

Die Breite des Gestelles an der Basis richtet sich nach der des Herdes (von der später die Rede sein wird); die obere Breite erhält man, wenn man die zweckmässige Erweiterung zu der erstern hinzufügt.

Sind die Kohlen sehr leicht und die Erze von der Art, dass sie zusammenbacken, so darf die Erweiterung auf jeder Seite $^1/_{20}$ von der Höhe des Gestelles nicht übersteigen.

Bei leichten Kohlen und bei nicht sehr zerkleinten oder wenig zerreiblichen Erzen, ferner bei weichen Erzen und harten Kohlen kann die Erweiterung $^1/_{15}$ der Höhe betragen.

Bei leichten Koaks und leicht zerreiblichen Erzen beträgt die Erweiterung $^1/_{12}$, bei dichten Koaks und harten Erzen kann man sie bis auf $^1/_{10}$ oder $^1/_9$ erhöhen.

Diese Zahlen können als Grenzen für den Betrieb auf weisses und halbirtes Roheisen gelten; bei der Gewinnung von grauem muss die Erweiterung des Gestelles ungefähr $^1/_3$ geringer sein. —

In diesen Regeln ist gewiss viel Wahres, doch dürften dieselben noch mancher Specialisirung und Berichtigung unterworfen werden können. Die Dimensionen des Gestelles sollten eigentlich nicht von anderen Ofendimensionen, sondern umgekehrt diese mehr oder weniger von jenen abhängig gemacht werden. Bei der Bestimmung der Breite des Gestelles handelt es sich zunächst um den grössern oder geringern Hitzgrad, welchen man im Gestellraume (in der Schmelzzone) hervorbringen will, so wie um die Art und Beschaffenheit des dazu angewendeten Brennmaterials. Zwar hat man diesen Hitzgrad auch durch entsprechende Veränderung der Menge, Pressung und Temperatur der Gebläseluft, so wie des relativen Brennmaterial-Quantums, in seiner Gewalt; allein es wäre nicht ökonomisch vortheilhaft, hierdurch allein die Production von grauem und weissem Roheisen dirigiren zu wollen. Hohöfen, welche ausschliesslich oder grossentheils zur Erzeugung von grauem Roheisen bestimmt sind, müssen mit einem engern Gestell versehen sein, als die zur Darstellung von weissem Roheisen dienenden. Wollte man in einem auf graues Roheisen zugestellten Hohofen, durch verminderte Menge und Pressung der Gebläseluft, so wie durch vermindertes relatives Brennmaterial-Quantum, weisses Roheisen erzeugen, so könnte dies, abgesehen von anderen Schwierigkeiten, nur auf Kosten der absoluten Production geschehen. Wird dem Ofen dagegen ein weiteres Gestell gegeben, so kann man, bei richtiger Verminderung des relativen Brennmaterial-Quantums, so-

gar die Windmenge und Windpressung erhöhen und dadurch dennoch eine absolute Production von *weissem* Roheisen erlangen, die jene des grauen nicht allein erreicht, sondern selbst bedeutend übertrifft. In Bezug auf die Höhe des Gestelles kann man sich von folgender Betrachtung leiten lassen. Man denke sich ein Gestell mit einer angemessenen Dossirung seiner Wände in die Höhe geführt, und einen Schmelzprocess darin im Gange. Ist das Gestell sehr hoch, so wird die obere Grenze der Schmelzzone mehr oder weniger beträchtlich unterhalb des obern Gestell- (oder untern Rast-) Endes zu liegen kommen. Die vortheilhafteste Höhe desselben ist nun im Allgemeinen die, bei welcher die Schmelzzone etwas über das obere Gestellende hinausragt, also noch in den untersten Theil des Rastraumes eintritt. Wollte man das Gestell bedeutend kürzer machen, so würde man, in Folge der bei der Rast eintretenden Temperatur-Verminderung, das Volum der Schmelzzone und folglich die absolute Production, so wie den Kohlenstoffgehalt des Roheisens vermindern; ja selbst der relative Brennmaterial-Verbrauch würde höher ausfallen. Machte man dasselbe dagegen bedeutend höher, so würde, wie leicht einzusehen, das Nachrücken der Gichten aus dem Rastraume ins Gestell erschwert und dadurch ein ähnliches ungünstiges Resultat hervorgebracht werden. Für jede Hohofen-Beschickung, welche mit einer bestimmten Art von Brennmaterial und einer gewissen Windmenge von bestimmter Pressung und Temperatur verschmolzen wird, giebt es daher eine *bestimmte Weite und Höhe des Gestelles,* welche hinsichtlich der absoluten Roheisen-Production und des relativen Brennmaterial-Verbrauchs die vortheilhafteste ist. Umgekehrt lässt sich für ein bereits vorhandenes Gestell zwar ein Schmelzgang ausfindig machen, welcher für diese Gestellform der *relativ* vortheilhafteste sein mag, aber in den meisten Fällen nicht ein solcher, welcher für die zu verschmelzende Beschickung und die zu Gebote stehende Menge und Pressung der Gebläseluft als der *absolut* vortheilhafteste gelten darf. Das zur bestmöglichen Benutzung der disponiblen Gebläseluft geeignete Gestell lässt sich durch eine Reihe mit Umsicht angestellter Versuche ausfindig machen, bei denen man von Dimensionen, wie sie sich aus den oben aufgestellten Regeln ungefähr ergeben, *ausgehen* kann. Ist man hierdurch zum Ziele gelangt, was mitunter erst nach vieljährigen Bestrebungen eintreten dürfte, so wird es sich bisweilen herausstellen, dass es vortheilhafte Dimensionen des Gestellraumes giebt, welche *nicht* innerhalb der durch jene Regeln gesteckten Grenzen fallen. Namentlich wird man finden, dass eine sehr reichliche und stark gepresste Gebläseluft, wie sie besonders bei schwer verbrennlichen (dichten und specifisch schweren) Koaks angewendet wird, weitere und auch höhere Gestellräume erfordert, als jene Regeln vorschreiben. — Der horizontale Durchschnitt des Gestelles ist quadratisch oder kreisrund, seltener oblong. Mitunter giebt man ihm auch die Form eines Polygons.

4) *Rast-Capacität.* — Indem wir bei der innern Construction

eines Hohofens von unten aufwärts gehen, kommen wir vom Gestell noch einmal auf die Rast zurück. Gestell- und Rastraum müssen einander in ihrer Grösse stets entsprechen, und zwar ist dies bei der Production von grauem Roheisen noch nothwendiger, als bei der von weissem. Ein grosser Schmelzraum erfordert einen entsprechenden Raum, in welchem das Eisen zur Schmelzung vorbereitet, d. h. in noch nicht flüssigem Zustande bis zu einem möglichst hohen Grade gekohlt wird*). Findet man es daher, bei Versuchen über die zweckmässigste Gestellform, für nothwendig, die Capacität des Gestelles zu verändern, so muss auch eine entsprechende Veränderung mit der Rast vorgenommen werden, vorausgesetzt, dass diese zuvor eine für jenes Gestell passende Capacität besass. Besonders bei einer dicht liegenden Beschickung, welche den Ofengasen nur schwierig den Durchgang gestattet, hat man auf eine geräumige Rast zu sehen, denn innerhalb dieses Raumes ist die Beschickung jedenfalls noch am meisten der Einwirkung jener Gase ausgesetzt, während letztere oberhalb der Rast — wie früher gezeigt wurde — grossentheils zwischen der Schmelzsäule und den Ofenwänden aufsteigen. — Ein passendes Verhältniss zwischen dem Rastraum und dem darüber liegenden Schachtraum zu finden, ist insofern weniger schwierig, als ein reichliches Volum des letztern nur bei einer dichtliegenden Beschickung von Nachtheil sein kann, indem dadurch das Aufsteigen der Ofengase noch schwieriger gemacht wird. Hohöfen, deren oberer Schachtraum zu klein gegen den Rastraum ist, werden selten angetroffen; häufig aber solche, in denen Rast und Gestell in keinem richtigen Verhältnisse zu einander stehen.

Regeln ausfindig zu machen, welche für eine gegebene Beschickung, ein bestimmtes Brennmaterial und eine gegebene Wind-Capacität die richtigen Dimensionen des Gestelles und der Rast genau vorschreiben, wären gewiss sehr wünschenswerth; aber es ist wenig Hoffnung vorhanden, dass man dieselben jemals finden wird. Es kommen hierbei eine grosse Menge von Umständen in Betracht, deren Einfluss theils nur annähernd, theils so gut wie gar nicht abgeschätzt werden kann, dass die rechnende Theorie hier äusserst wenig zu leisten vermag. Dagegen würde es von grossem Interesse sein, Erfahrungsresultate über das Grössenverhältniss der Rast- und Gestellräume — mit Zuziehung aller hierbei in Betracht kommenden Umstände — bei verschiedenen Hohöfen zu sammeln. Beispielsweise folgen hier einige derartige Angaben über die belgischen Koaks-Hohöfen und den ältern oberschlesischen Koaks-Hohofen zu Königshütte.

Da die Betriebsverhältnisse dieser Hohöfen hier zunächst nicht in Betracht kommen, so gilt es nur, die bei denselben

---

*) Wenn von dem Grössenverhältniss des Gestellraumes zum Rastraume die Rede ist, so ist es richtiger, unter jenem nur das *Obergestell* — vom Form-Niveau bis zum Rast-Ende — zu verstehen, während man sonst im Allgemeinen z. B. unter Höhe des Gestelles den ganzen senkrechten Abstand vom untern Rastende bis zum *Herdboden* (zur Herdsohle) zu begreifen pflegt.

stattfindenden Grössenverhältnisse der Rast- und Gestellräume zu bestimmen. Sind diese beiden Räume bei einem Hohofen von konischer Gestalt, und man bezeichnet mit H die senkrechte Rasthöhe, mit h die senkrechte Gestellhöhe und mit R, r und r_1 resp. die Halbmesser des Kohlensacks, des obern und des untern Gestellendes, so verhält sich der kubische Inhalt der Rast I zu dem des Gestelles i

$$I : i = H\,[R^2 + r\,(R + r)] : h\,[r^2 + r_1\,(r + r_1)]$$

Die betreffenden Dimensionen bei jenen Hohöfen sind nun folgende, und zwar nach englischen Fussen:

Hohöfen von	H	h	R	r	r_1
Sclessin und Châtelineau .	$16^1/_{12}$	$7^{15}/_{24}$	$7^3/_8$	$2^1/_8$	$1^1/_7$
Espérance	$15^1/_2$	7	7	$1^3/_4$	$1^1/_2$
Grivegné	$18^{11}/_{12}$	$7^7/_{12}$	9	2	$1^1/_4$
Couillet	$13^1/_8$	$7^1/_4$	7	$1^3/_4$	$1^1/_4$
Königshütte	$1^5/_6$	$7^5/_{24}$	$5^2/_3$	$1^7/_8$	1

Hieraus ergiebt sich:

	Grivegné.	Sclessin und Châtelineau.	Espérance.	Couillet.	Königshütte.
$\frac{I}{i} =$	$\frac{1950}{61}$:	$\frac{1200}{65}$:	$\frac{997}{55^1/_2}$:	$\frac{844}{49^1/_2}$:	$\frac{547}{46}$.

Wird bei jedem dieser Oefen i = 1 gesetzt, so erhält man die Zahlen

32 $18^1/_2$ 18 17 12,

welche die Rast-Capacitäten der verschiedenen Oefen, das Gestellvolum als Einheit angenommen, ausdrücken. Doch bedürfen diese Zahlen noch einer Corrèction. Bei unserer Berechnung wurden Rast und Gestell von konischer Form angenommen. In Betreff des Gestelles ist dies richtig, nicht aber in Betreff der Rast, deren Wände — vom Gestell bis zum grössten Schachthalbmesser R — die Gestalt einer Curve haben. Nehmen wir dieselbe bei allen Oefen von annähernd gleicher Krümmung an, so lässt sich der Inhaltszuwachs bei der Rast eines jeden Ofens etwa zu $12^1/_2$ Proc. ($^1/_8$ des früher berechneten Volums) veranschlagen, und wir erhalten dadurch:

	Grivegné.	Sclessin und Châtelineau.	Espérance.	Couillet.	Königshütte.
$\frac{I}{i} =$	36	$20^3/_4$	$20^1/_4$	19	$13^1/_2$

Als mittlere Rast-Capacität bei den Oefen von Sclessin, Châtelineau, Espérance und Couillet ergiebt sich $\frac{I}{i} = 20$. Eine solche

Rast-Capacität scheint, soweit die jetzigen Erfahrungen reichen, für die belgischen Betriebsverhältnisse die vortheilhafteste zu sein. Der Ofen von Grivegné, mit der ausserordentlich hohen Rast-Capacität = 36, aber mit keinem grössern Gestell als die meisten kleinen belgischen Hohöfen, producirt in einer gegebenen Zeit nicht mehr Roheisen als letztere, bleibt sogar hierin gegen einige derselben zurück. Man ersieht hieraus, dass, wenn für ein bestimmtes Gestellvolum die passendste Rast-Capacität erreicht ist, die absolute Production durch eine blose Erweiterung der Rast nicht erhöht werden kann. Zur Vergleichung der Rast-Capacität der belgischen Hohöfen mit der der älteren Hohöfen von Königshütte bedarf es einiger erläuternden Bemerkungen. Ein unmittelbarer Vergleich wäre hier durchaus nicht zulässig, da Beschickung, Brennmaterial, Windcapacität und Beschaffenheit des producirten Roheisens zum Theil sehr verschieden sind. Was jedoch die Verschiedenheit des an beiden Orten producirten Roheisens betrifft, so kann dieselbe allenfalls ausser Acht gelassen werden. Zwar sind die belgischen Oefen vorzugsweise für weisses Roheisen bestimmt, während die Königshütter Hohöfen hauptsächlich graues erzeugen; allein es ist zu berücksichtigen, dass die belgischen Oefen, so lange ihr Gestell noch nicht erheblich ausgeblasen ist, zum Erblasen von grauem Roheisen benutzt zu werden pflegen. Die weitere Ausführung des Vergleiches wird weiter unten gemacht werden.

5) *Herd; Dimensionen.* — Die Capacität des Herdes ist natürlich abhängig von der Quantität Roheisen, welche sich in der, zwischen zwei auf einander folgenden Abstichen (Abzapfungen) liegenden Zeit ansammelt oder ansammeln soll; es wird also blos darauf ankommen, das Verhältniss zwischen Höhe, Breite und Länge anzugeben. *Walter* und *Le Blanc* setzen dieses Verhältniss $h : b : l = 1 : 1{,}2 : 3{,}33$. Bezeichnet man das Maximum des in Centnern ausgedrückten Roheisen-Quantums, welches der Herd bei einem bis zu 24 Stunden ausgesetzten Abstiche fassen muss, mit p, und nimmt man an, dass 1 Kubikf. Roheisen $4\frac{1}{2}$ Ctr. wiegt, so ergiebt sich

$$h \, . \, 1{,}2 \, h \, . \, 3{,}33 \, h = \frac{p}{4{,}5}$$

$$h = \sqrt[3]{\frac{p}{18}} \text{ (in Fussen)},$$

so wie $b = 1{,}2\,h$ und $l = 3{,}33\,h$. Es ist jedoch keineswegs gefährlich, von diesen Verhältnissen abzuweichen, wozu locale Umstände Veranlassung geben können. Jedenfalls ist es nicht rathsam, die Gestellbreite von der Herdbreite abhängig zu machen, sondern richtiger, das Umgekehrte zu thun. Bei der Construction des Herdes kommt es zunächst nur darauf an, das flüssige Roheisen in demselben möglichst vor Wärmeableitung zu schützen, was zum Theil dadurch geschieht, dass man — soweit es die Umstände gestatten — die Grösse derjenigen Flächen, wo das

Eisen am wenigsten der Abkühlung ausgesetzt ist, auf ein Minimum zu bringen sucht.

6) *Formen; Lage derselben.* — Die Formen liegen auf dem Rande des Herdes. Wendet man nur eine Form an, so muss diese auf demjenigen Seitensteine (Backensteine) des Herdes liegen, welcher dicht an den Wallstein stösst, und also das Stichloch nicht zwischen sich und dem Wallsteine hat. Ferner legt man dieselbe nicht genau in die Mitte zwischen dem Tümpelstein und der Rückseite des Herdes, sondern letztere etwas näher, damit ersterer mehr vor der Zerstörung durch Schmelzung geschützt ist. Bei zwei Formen ist deren Lage ebenfalls nicht genau in der Mitte zwischen den genannten Orten, sondern die eine Form wird etwa 4—6 Zoll rechts und die andere eben so weit links von dieser Mittellinie gelegt. Wollte man beide Formen so anbringen, dass ihre Achsen zusammenfielen, so würden die aus ihnen kommenden Windströme einander begegnen, zurückprallen und sich gegenseitig in der Ausströmungs-Geschwindigkeit hemmen. Sollen drei Formen angewendet werden, so legt man zwei derselben auf die eben beschriebene Weise, und die dritte in die Mitte des hintern Herdrandes. Die Achsen sämmtlicher Formen liegen in der Regel horizontal; nur in gewissen Fällen giebt man denselben eine kleine, dem Herde zufallende Neigung.

7) *Tümpelstein; Lage desselben.* — Bei kleinen Herden und sehr leichtflüssigen Schlacken kann die untere Seite des Tümpelsteins etwa 2 Zoll unter dem Form-Niveau liegen. Bei vielen Oefen, besonders bei den grösseren Holzkohlenhohöfen, liegt derselbe in diesem Niveau selbst, bei den meisten Koakshohöfen dagegen $1^1/_2$—2 Zoll, ja zuweilen selbst 4 Zoll darüber. Ein Gleiches pflegt der Fall bei Holzkohlenhohöfen zu sein, in denen sehr strengflüssige Erze verschmolzen werden, und in deren Herde und Gestell daher viele Arbeiten mit der Brechstange nothwendig sind, welche ein niedrig liegender Tümpelstein erschweren würde.

8) *Wallstein; Lage desselben.* — Der Wallstein hat eine schanzenförmige Gestalt mit zwei Fusswinkeln von ungefähr 60°. Seine obere Fläche liegt etwa $1^1/_2$—2 Zoll *unter* dem Form-Niveau, bei sehr zäher Schlacke aber wenigstens gegen 3 Zoll, um zu verhindern, dass die Schlacke in die Formen steigt. In Belgien bedient man sich bei Hohöfen, in denen Beschickungen verschmolzen werden, welche — gewöhnlich in Folge starker Kalkzuschläge — eine sehr dünnflüssige Schlacke geben, eines Wallsteins von aussergewöhnlicher Höhe. Derselbe ragt bis 10 Zoll *über* dem Form-Niveau empor. *Eck* (Berg- und Hüttenm. Ztg. Bd. 7, S. 745) hat einen solchen erhöhten Wallstein, der zugleich mit einer besondern Construction des Tümpelsteins verbunden ist, auf der Königshütte in Oberschlesien eingeführt, und diese Vorrichtung für gewisse Fälle sehr vortheilhaft gefunden. Bei Anwendung eines stark gepressten Windes nämlich wird die dünnflüssige Schlacke leicht über den Wallstein getrieben, wenn dieser nur die gewöhnliche Höhe besitzt. Es entweicht hierbei zugleich Wind

aus dem Ofen, und das fast von jeder Schlackendecke befreite Roheisen ist der unmittelbaren Einwirkung des Windes blossgelegt. Bedient man sich aber eines erhöhten Wallsteins, so drückt der (auf Königshütte bis zu 6 Zoll Quecksilber) gepresste Wind zwischen Tümpel- und Wallstein eine flüssige Schlackensäule empor, welche den Vorherd schliesst und jenen Uebelständen abhilft. Zugleich erwächst hieraus der Vortheil, dass, da der Herd sich wärmer erhält, sich weniger Ansätze im Gestelle bilden. Früher hatte man auf Königshütte in 12 Stunden zwei Reinigungen des Gestelles vorzunehmen; jetzt, nach Einführung des erhöhten Wallsteins, genügt ein einmaliges Reinigen. —

Ueber das *äussere Mauerwerk*, die *Rauhmauer* oder den *Mantel* der Hohöfen brauchen wir hier nur wenig zu sagen, da sie in Beziehung auf den Betrieb unwesentlich sind. Es wird daher das Nachstehende genügen.

Die *Fundamente* haben eine Breite, welche die der äussern Basis des Ofens auf jeder Seite um etwa 10 Zoll übersteigt; man regulirt die Tiefe nach der Höhe des Ofens, sowie auch nach der Beschaffenheit des Bodens, auf welchem er aufgeführt wird. Der Widerstand wird im Verhältniss einer Belastung von etwa 400 Pfd. auf 1 Quadratfuss Oberfläche und für jede 3 Fuss der Höhe des Ofens berechnet. Am häufigsten bringt man Canäle in Form eines Kreuzes in dem Fundamente an, die man zuweilen bis $3^1/_2$ Fuss breit und 5 — 6 Fuss hoch macht, und man lässt 3 bis $3^1/_3$ Fuss Mauerwerk zwischen dem Gewölbscheitel und der Herdsohle. Durch diese Canäle wird der Herd gegen Feuchtigkeit geschützt. Sehr wesentlich ist es, dass die Hohofenfundamente so hoch gelegt werden, dass bei Fluthzeiten die Canäle oder Gewölbe in denselben unversehrt bleiben.

Man giebt den *Gewölben* nur die zum Betriebe erforderliche Breite: 6 Fuss an der Ofenbrust und 13 Fuss vorn sind für Arbeitsgewölbe hinreichend; die Blasegewölbe sind aber gross genug, wenn man sie hinten $4^3/_4$ Fuss und vorn 8 Fuss weit macht. Der Anfang des Gewölbbogens liegt $7^3/_4$ — $8^1/_4$ Fuss über der Sohle.

Die inneren Wände der *Pfeiler* entsprechen einem Umfange, dessen Durchmesser gleich dem des Kohlensackes ist. Lässt man die Gewölbe unberücksichtigt, so muss der äussere horizontale Querschnitt wenigstens gleich dem Querschnitt des Hohofens in der Höhe des Kohlensackes sein.

Die Stärke des äussern Mauerwerkes oder Mantels des *Thurmes* beträgt im Maximum so viel, dass zwischen der Gicht und der Gichtmauer so viel Platz bleibt, als zur Circulation hinreichend ist. Da dieser Raum wenigstens 3 Fuss breit und die Gichtmauer ungefähr 1 Fuss dick sein muss, so folgt daraus, dass die geringste Dicke des Mantelmauerwerks, verbunden mit dem der beiden Schachtfutter, wenigstens 4 Fuss betragen müsse. Diese Dimension ist aber auch eine der geringsten, die man annehmen kann, wenn man nicht bedeutende Wärmeverluste erleiden will

Wirklich sind die runden schottischen Hohöfen, deren Thurm nur aus einem Kernschacht, einer Füllung und aus einem Rauhschacht ohne Mantel besteht, auf der Gicht 4 Fuss dick, und die Erfahrung hat bewiesen (s. *Hartmann's* praktische Eisenhüttenkunde, Thl. 3, S. 267), dass bei viel dünneren Wänden, deren Dicke nur $1\frac{1}{2}$ — 2 Fuss im Ganzen betrug, der Brennmaterialverbrauch im Verhältniss zu dem mit anderen Hohöfen und bei übrigens gleichen Umständen in dem Verhältniss von 3 : 5 stieg.

Essen und Feuchtigkeitscanäle. — Es ist zur Abtrocknung des Hohofens und zu seinem Abwärmen sehr wesentlich, in jeder Ecke des äussersten Hohofengemäuers eine senkrechte Esse von ungefähr 1 bis $1\frac{1}{2}$ Fuss im Quadrat anzubringen, die einerseits auf der Plattform der Gicht und andererseits in der Mitte des Fundamentes ausgehen, indem hier ein Herd angebracht wird, dessen Gluth durch die Essen strömt und das Mauerwerk vollständig abtrocknet. Man kann aber auch unter jeder Esse einen besondern Herd in den Gewölben und in geringer Entfernung von der Sohle anbringen. Das Mauerwerk ist ausserdem bis zu dem feuerfesten äussern Futter mit kleinen horizontalen Canälen von 2 Zoll im Quadrat versehen, die mit den Essen in den Ecken entweder direct, oder durch Zweigcanäle, und unter einander durch gleichweite senkrechte Canäle in Verbindung stehen, und in senkrechter Richtung 16 — 18 Zoll von einander entfernt sind.

Die hauptsächlichen Verankerungen. — Man befestigt das äussere Mauerwerk gewöhnlich durch schmiedeeiserne Stäbe, ungefähr 2 Zoll im Quadrat stark, die parallel mit den äusseren Wänden liegen, und deren Köpfe auswendig durch Splinte oder Bolzen auf gusseisernen Scheiben oder Schildern verriegelt oder befestigt sind. Statt diese Ankerstäbe mit den Hohofenwänden parallel, kann man sie auch durch die Mitten zweier anliegender Wände legen, und diese Art der Verankerung ist der andern vorzuziehen, weil dadurch diejenigen Theile der Wände befestigt werden, welche durch Ausdehnung und Zusammenziehung am meisten zu leiden haben.

Das innere Schachtfutter ruht auf einem grossen gusseisernen Kranz, der in dem Gemäuer hinter der Rast, in der Höhe des obern Theiles der hintern Gewölbmauer angebracht ist.

Bei den Koakshohöfen umgiebt man den obern Theil des Gestelles mit 4 gusseisernen Tragebalken, die den Zweck haben, dem Druck der feuerfesten Steine ein Hinderniss darzubieten.

Zwischen dem grossen Kranz und den Tragbalken ist das feuerfeste Mauerwerk, welches die Raststeine auf der Seite der Gewölbe bekleidet, durch einige gusseiserne Trageeisen verstärkt.

Da die gänzlich pyramidalen Hohöfen durch die Gewölbe nur sehr wenig geschwächt werden, so kann man dieselben mit Gewölbbögen versehen, welche gar keiner Verankerung bedürfen. Hohöfen mit prismatischer Basis, welche nicht dieselbe Festigkeit haben, giebt man Gewölbe mit flachen Decken, indem man guss-

eiserne Balken oder sogenannte Trageeisen quer überlegt, und dadurch dem Mauerwerk eine grössere Festigkeit gewährt.

Die Plattform der Gicht endlich wird mit gusseisernen Platten bedeckt.

Die Materialien zum Ofenbau.

Diese werden sowohl zu der Construction der Schacht-, d. h. Hoh- und Kupol-, als auch zu den Flammöfen angewendet; sie bestehen in feuerfestem Thon und in natürlichen feuerfesten Steinen.

Feuerfester Thon findet sich besonders in der Uebergangs-, hauptsächlich aber in der Steinkohlen-Formation, wo er Schichten und Stöcke oder grössere Nieren bildet. Bei letzteren besteht der Kern gewöhnlich aus der bessern Masse. Der beste feuerfeste Thon muss kein Eisen enthalten, muss sich fettig anfühlen, leicht mit dem Messer schneiden lassen und gebrannt keine graue Farbe zeigen und sehr hart sein. In England giebt es mehrere Fundorte, wo ausgezeichneter feuerfester Thon vorkommt, z. B. zu Stourbridge in Staffordshire, zu Garnkirk bei Glasgow etc.

In Belgien kommt an mehreren Orten feuerfester Thon von vorzüglicher Beschaffenheit vor, und kosten z. B. zu Andenne, in dessen Nähe mehrere Fundorte vorkommen, die 1000 Kilogr. oder 20 Zollcentner:

	die Gewichtstonne.	die Gemässtonne à $7^1/_9$ Kubikf.
Thon von Tahier	15 Francs	1 Thlr.
„ „ Maizeroul, Haltienne und Andenne	12,50 „	$^5/_6$ „
„ „ Crawe und ähnliche geringe Sorten	5 „	$^1/_3$ „

Zu Andenne befindet sich eine sehr grossartige Fabrik von feuerfesten Ziegelsteinen, in welcher die verschiedenen Arbeiten durch Maschinen bewirkt werden. Der Verkaufspreis dieser feuerfesten Ziegelsteine ist folgender für die Tonne oder 20 Centner:

1) Hohofenschachtziegel von gewöhnlichen Dimensionen: $17^1/_3$ bis $22^2/_3$ Thlr.

2) Puddel- und Schweissöfenziegel $10^2/_3$ bis $17^1/_3$ Thlr.

3) Ziegel zu den Verkoakungsöfen, Dampfkesselherden etc. $6^2/_3$ bis $9^1/_3$ Thlr.

Um den Preis der Ziegel auf die gewöhnlich in Deutschland übliche Einheit von 1000 Stück zu reduciren, wird eine Sorte von bestimmten Dimensionen und bekanntem Gewicht gewählt werden müssen, und hierzu mögen die Puddelöfenziegel dienen, deren Dimensionen mit denen, welche z. B. in Oberschlesien üblich sind, ziemlich übereinstimmen. Diese Ziegel sind 8 Zoll lang, 4 Zoll breit und 2 Zoll stark, und auf 1 rhein. Kubikf. sind 27 solcher Steine zu nehmen, welche $1^1/_4$ Ctr. wiegen. — 1000 Stück dieser Ziegelsorte wiegen mithin $46^1/_4$ Ctr. — Es werden diese Ziegel aus einer Thonsorte mittlerer Qualität gefertigt, und die Tonne oder 20 Zollctr. oder 2138 Pfd. zu $10^2/_3$ Thlr., 1000 Stück

daher zu $25^5/_{12}$ Thlr. verkauft, ein Preis, der ungefähr nur 3 Thlr. höher als der Productionspreis zu Königshütte in Oberschlesien ist, obgleich in Belgien die Arbeitslöhne und die Kohlenpreise wesentlich höher stehen, als in Oberschlesien.

Zu den feuerfesten Ziegelsteinen eines Hohofens, wie der Nr. 3 zu Seraing, von dem wir weiter unten eine specielle Veranschlagung mittheilen, gebraucht man 55 verschiedene Formen, nämlich 11 für die 11 Schichten von Rastziegelsteinen, 13 für die 13 Schichten der Verbindung zwischen Schacht und Kohlensack, 10 für den eigentlichen Schacht, 2 für das Futter hinter der Rast, 9 für das zweite Futter, 1 für das äussere oder dritte Futter, 1 zu den Steinen, aus denen die Gewölbe und die Canäle im Fundamente construirt werden, 3 für die Steine der innern Gestellbekleidung, 3 für die Bekleidungssteine der untern Rast und endlich 2 für die Gichtesse.

Man giebt allen Ziegelsteinen zu der Rast, in der Mitte der Fläche, die als Basis dient, eine Breite von 9 engl. Zoll, damit die Dimensionen von einem jeden derselben hinreichend seien und damit sich die Fugen zweier Schichten decken, d. h. die Fuge der nächst obern Schicht über die Mitte des vollen Steines der nächst untern zu liegen kommt. Die Ziegelsteine von der ersten Verbindungsschicht zwischen Schacht und Rast haben in der Mitte ihrer Basis nur eine Breite von $4^1/_2$ Zoll, denn da sie dreimal dicker als die anderen Verbindungsziegelsteine sind, so würde ihr Transport sehr schwierig sein, wenn sie auch breiter wären. Auf der Rast ruht das Schachtfutter, und deshalb müssen die Ziegelsteine so dick sein.

Um die Ziegelsteine formen zu können, entwirft man den senkrechten Durchschnitt des Hohofens in wirklicher Grösse auf einer grossen Tafel von Tannenholz, welche zu diesem Zweck angefertigt worden ist, und mit Hülfe dieses Durchschnittes, auf welchem alle Ziegelsteine im Profil gezeichnet worden sind, verzeichnet man auf Papier das Profil und den Grundriss aller Ziegelsteine, für welche eine besondere Form angefertigt werden muss. Diese Entwürfe von der wirklichen Grösse werden dem Ziegelbrenner zugestellt, der darnach seine Formen anfertigt, indem er denselben etwas grössere Dimensionen giebt, theils um die Schwindung auszugleichen, die man für jede Sorte von Ziegelteig kennt, als auch um das nöthige Material zu dem spätern Zuhauen und Zurichten zu erhalten. Alle Ziegelsteine werden in Uebereinstimmung mit dem Grundriss numerirt. Von jeder Sorte müssen mehrere Stück über die nothwendige Zahl angefertigt werden, um die zerbrochenen ersetzen zu können.

Unter den *natürlichen feuerfesten Steinen* ist das grobkörnige Kieselconglomerat aus der Uebergangsformation von Marchin, auch Gestein von Huy genannt, nicht allein in Belgien, sondern auch im nordwestlichen Deutschland und fast in ganz Frankreich im grössten Ruf, so dass es als Hohofengestelle weithin transportirt wird. Es ist ein grobkörniges Conglomerat, bestehend aus

weissen Quarzgeschieben, die mit weisser Quarzmasse verbunden sind; hin und wieder enthält das Gestein graue oder durch Eisenoxyd gefärbte Stellen. Minder grobkörnige sind die vorzüglicheren. Die möglichst weissen Steine sind die besten, und man verwirft die, welche grosse rothe Flecken haben, lässt aber Adern der Art unberücksichtigt. Gewöhnlich kommen diese Steine in 2 Fuss mächtigen Schichten vor, die durch Klüfte von einander getrennt sind; die Gestellwände müssen stets senkrecht auf diesen Klüften stehen.

Dieses Gestein ist sehr hart, lässt sich nur schwierig und unter Aufopferung von vielem Gezähe bearbeiten; auch zerspringt es leicht im Feuer und hauptsächlich bei plötzlicher Abkühlung. Es ist daher zweckmässig, ein solches Gestell im Innern mit dünnen feuerfesten Ziegelsteinen zu bekleiden, die man mit feuerfestem Thon verbindet. Diese Bekleidung erleichtert das Abwärmen und Anblasen, zerspringt während des Betriebes, und es werden dann die Steine beim Reinigen des Herdes herausgeschafft. Ausserhalb wird das Gesteingestell ebenfalls mit einer Ziegelsteinbekleidung versehen, zwischen welcher und ihm eine Füllung wegen der Ausdehnung angebracht wird. Der engl. Kubikfuss dieses Gesteins wiegt 155 köln. Pfd.

Ein gewöhnliches Gestelle von mittleren Dimensionen für einen grossen Holzkohlen- oder kleinern Koakshohofen besteht aus etwa 820 rhein. Kubikfuss, welche 7 Schichten bilden; ein Gestell, wie das für den weiter unten veranschlagten Hohofen Nr. 3 zu Seraing, hat einen räumlichen Inhalt von etwa 1400 Kubikfuss, während ein Gestelle des grössten Formats, wie das beim Hohofen Nr. 5 zu Seraing, 1630 Kubikfuss umfasst. Die Sohlsteine nehmen einen Raum von 11 Quadratfuss ein und sind 30 Zoll stark.

Der *Ankaufspreis eines Gestelles von diesen feuerfesten Steinen,* von 7 starken Lagen, aus 42 verschiedenen Steinen und aus etwa 25 Kubikmeter oder 820 Kubikfuss bestehend, war nach den Hüttenrechnungen zu Seraing der folgende:

Gewinnungs- und Transportkosten von dem Steinbruch bis nach Seraing, nach den verschiedenen Kategorien der Steine. — Man unterscheidet 3 Sorten von Steinen: die erste begreift den Bodenstein, oder die Lage Nr. 1, den Herd oder die Lage Nr. 2 und das Gestell oder die Lage Nr. 4. Die zweite Sorte besteht aus den Formsteinen oder aus der Lage Nr. 3, und aus der Lage Nr. 5, welche theils dem Gestell und theils der Rast angehört; die dritte Sorte endlich besteht aus den Rastlagen 6 und 7. Die Preise des Kubikmeters der Steine dieser Kategorien betragen 164, 123 und 82 Francs, in Summa . . . . 3200 Fr.

Behauung von 1500 Quadratfuss Oberfläche an Steinen à 1,25 Fr. Zur Verfertigung eines solchen Gestelles bedürfen 4 Steinhauer und 4 Gehülfen einer Zeit von

	Uebertrag	3200 Fr.
3 Monaten, um es so passend zu machen, dass es nur in den Gestellraum eingesetzt zu werden braucht		1875 „
Schmiedelöhne und Materialien, als Eisen, Stahl und Brennmaterial, zur Verfertigung und Reparatur der Gezähe der Steinhauer. Es ist dazu ein geschickter Schmied erforderlich. Die Kosten betragen 1,20 Fr. auf den Quadratfuss der behauenen Steine, daher .		1800 „
Kosten für 42 Schablonen à 1,50 Fr.		63 „
Das Ausladen der rohen Steine aus den Kähnen . .		63 „
Steinbruchzins		200 „
Verschiedene Werkzeuge und Utensilien		100 „
Für Beaufsichtigung und unvorhergesehene Kosten . .		200 „
	Summa für ein Gestell	7501 Fr.

oder 2000 Thlr. Cour.

Grobkörniger Quarzsandstein mit quarzigem Bindemittel kommt an mehreren anderen Orten vor und ist stets zum Gestellstein geeignet; mancher lässt sich auch, frisch von der Lagerstätte genommen, recht gut bearbeiten. Dahin gehört z. B. der Quadersandstein aus dem Heidelberge bei Blankenburg am Harz, mit welchem die benachbarten Hohöfen im Schachte und Gestelle eingerichtet werden und sehr lange Campagne machen.

Sehr quarzreicher Glimmerschiefer ist ebenfalls ein sehr gutes Gestein zur Construction der Hohöfen, ja selbst der Flammöfen, und wird er auch in Schweden zu ersteren fast ausschliesslich verwendet.

Endlich müssen wir auch noch der *Masse* und der daraus verfertigten Gestelle erwähnen, die besonders in Oberschlesien mit dem bestem Erfolge angewendet werden. Die Masse besteht aus einem sehr sorgfältig durchgearbeiteten und gesiebten Gemenge von feuerfestem Thon und ganz reinem Quarzsand, welches nicht stärker angefeuchtet wird, als dass es nur eben zusammenballt. Statt des Quarzsandes bedient man sich noch zweckmässiger alter feuerfester Ziegelstücken, oder auch des gebrannten Thones selbst, als Zusatz zu dem frischen Thon, indem man den Thon im gepochten Mehlzustande, und die Ziegelstücken oder den gebrannten Thon in der Grösse von Erbsen zusetzt. Diese Masse wird nach Formen, welche die Gestalt des Gestelles, Herdes und der Rast haben, eingestampft, getrocknet und beim Betriebe selbst gebrannt; sie bilden dann gewissermaassen einen einzigen Sand- oder Ziegelstein. Man kann auch der Masse Graphit beimengen. Die Dauerhaftigkeit solcher Massengestelle ist durch mehrere sehr lange Campagnen, worunter eine von 7 Jahren zu Königshütte in Oberschlesien (Koaksbetrieb), bewiesen. Sie sind verhältnissmässig wohlfeil. — Man kann die Gestelle auch theilweise aus Masse, theilweise aus Steinen zusammensetzen, in welchem Falle man häufig zum Tümpel einen Stein anwendet, weil dessen Bildung aus Masse am schwierigsten ist.

Winke über den Hohofenbau.

Indem wir über diesen wichtigen, aber sehr weitläufigen Punkt hier nur Winke geben, verweisen wir auf die in der Vorrede näher bezeichneten Werke von *Valerius* und *Hartmann*.

Zur Ausführung eines Hohofenbaues sind *Gerüste* nothwendig, die am zweckmässigsten aus sanft ansteigenden geneigten Ebenen bestehen, welche sich mit dem Hohofengemäuer erhöhen; sie sind in *Valerius*, S. 326 der deutschen Ausgabe, beschrieben und abgeildet Zum Einbringen der Futter wendet man entweder feste oder hängende Gerüste an. Ein nicht minder wichtiges Erforderniss beim Einsetzen der Schachtfutter ist eine Chablone, die Valerius und Hartmann ebenfalls genau beschreiben. Endlich sind auch verschiedene Winden oder Haspel zum leichten Aufziehen der Baumaterialien erforderlich.

Bei der *Ausführung eines Hohofenbaues* ist Nachstehendes zu berücksichtigen: — Das Fundament muss auf irgend eine feste Gebirgsschicht, sei dieselbe nun felsig, oder bestehe sie aus Thon, gelegt werden; zur Pilotirung darf man nur im nothwendigsten Falle greifen, da sie viel Kosten verursacht und den Bau aufhält. — Nachdem das Fundament vollendet ist, führt man die vier Pfeiler des Hohofens auf, dann das Rauchgemäuer, indem man überall die erforderlichen Canäle zum Abziehen der Feuchtigkeit und die nöthigen Verankerungen und Balken von Guss- und von Schmiedeeisen anbringt. — Sobald das Rauhgemäuer vollendet ist, werden die zwei oder drei Schachtfutter eingesetzt, es wird die Gichtesse aufgeführt und zuletzt das Gestell eingesetzt.

Kosten für den Bau des Hohofens Nr. 3 zu Seraing

(nach Valerius).

Bezeichnung der Gegenstände.	An-zahl.	Gewicht in Kilogr.	Preis.	
			Fr.	Ct.
Fundament, Kubikmeter 355	—	—	9	50
Rauhgemäuer und Esse von rothen Ziegelsteinen, Kubikmeter 537	—	—	12	—
Gestell, Kubikmeter 41	—	—	—	—
Ziegelsteine zur ersten feuerfesten Bekleidung	—	79815	4	—
Desgl. zur Bekleidung des Gestelles . . .	864	14688	4	—
Desgl. zum St. Andreascanal	325	625	4	—
Desgl. zum Herde dieses Canals	365	1131	4	—
Desgl. zu den senkrechten Gewölbniederlagen	—	26746	4	—
Aeusseres Futter	6017	86792	6	50
Esse	2012	24144	6	50
Zu dem Gestell und den Bänken	2005	6215	6	50

Bezeichnung der Gegenstände.	Anzahl.	Gewicht in Kilogr.	Preis. Fr.	Ct.
Ziegelsteine hinter der Rast	1207	19312	6	50
Desgl. zu dem Kernschacht und zu der Rast	6155	95535	9	50
Platten zur Bedeckung des St. Andreascanals	5	1055	14	—
Gewalzte Ankerstäbe	8	570	30	—
Dazu gehörige Schraubenbolzen	18	20	80	—
Dazu gehörige Scheiben	8	90	14	—
Herdrahmen	1	106	14	—
Platte	1	63	14	—
Balken	2	70	14	—
Roststäbe	10	254	14	—
Thür	1	22	35	—
Leistenplatte	1	431	14	—
Dazu gehörige Bolzen	3	22	50	—
Pilasterplatten zur Bekleidung des Tümpels	2	600	14	—
Wallsteinplatte	1	386	14	—
Gusseiserne Bekleidung des Tümpelsteins .	2	833	14	—
Desgl. zu dem Ziegelsteintümpel	1	60	14	—
Winkelplatte zur Bekleidung des Tümpels an der Abstichseite	2	465	14	—
Desgl. zur Bekleidung der Gewölbmauer an derselben Seite	5	3528	14	—
Bolzen zu diesen Platten	33	170	80	—
Gusseiserne Rähme zu den Formöffnungen	2	433	14	—
Blecherne Kästen für dieselben	2	433	50	—
Platten, auf denen die grossen Balken aufliegen	4	1728	14	—
Grosse Balken	4	3768	14	—
Kleine Trachteisen	8	2274	14	—
Grosse Trachteisen	16	14324	14	—
Ringe für die Balken und Trachteisen, von Schmiedeeisen	9	49	50	—
Grosser, aus 4 Stücken bestehender Kranz	1	2856	14	—
Dazu gehörige Bolzen	12	36	80	—
Ankerstäbe für die Pfeiler	24	1512	40	—
Dazu gehörige Schraubenmuttern	48	132	80	—
Dazu gehörige Scheiben	48	864	14	—
Ankerstäbe zu den Kanten des Hohofens .	300	4188	40	—
Dazu gehörige Scheiben	600	528	14	—
Achteckige Verbindungen (64 Stück) . .	8	2055	40	—
Schlüssel zu diesen Verbindungen . . .	64	138	40	—
Dazu gehörige Platten	2	143	14	—
Dazu gehörige Bolzen	6	11	80	—
Platten für die Gesimse am Absatz des Hohofens	8	1368	14	—

Bezeichnung der Gegenstände.	Anzahl.	Gewicht in Kilogr.	Preis.	
			Fr.	Ct.
Belegplatten für die Gicht	22	7157	14	—
Eisernes Geländer für dieselbe . . .	1	335	40	—
Kleine Bolzen dazu	118	35	80	—
Kranz, auf welchem die Esse steht . .	1	910	14	—
Dazu gehörige Bolzen mit gefrässtem Kopf	32	35	80	—
Kränze über den Thüröffnungen und auf der Esse	2	1621	14	—
Dazu gehörige Bolzen	24	23	80	—
Reifen und gerade Ankerstäbe . . .	38	436	40	—
Bolzen dazu	40	19	80	—
Thürgewände	4	298	14	—
Wiederholung.				
Gewöhnliches Mauerwerk mit Inbegriff des Mörtels			9,816	50
Gesteingestell			8,000	—
Feuerfeste Ziegelsteine			24,556	33
Gusseisen			6,469	—
Schmiedeeisen			4,281	10
		Summa	53,122	93
Zu dieser Summe kommen noch:				
2200 Quadratfuss tannene Breter zum innern Gerüst à 0,9 Fr.			198	—
90 Böcke à 2 Fr.			180	—
25 Kilogr. Nägel zu dem Gerüste . .			13	75
Verschiedene Schablonen			80	—
Vorläufige Zurichtung der feuerfesten Ziegelsteine			500	—
650 verschiedene Arbeiterschichten zur Aufführung der feuerfesten Futter à 2,50			1,685	—
Abnutzung der Gezähe, Seile, Beleuchtung etc.			500	—
Risse, Beaufsichtigung etc.			500	—
= 15,141 Thlr.		Generalsumme	56,779	68

Gichtaufzüge.

Es giebt deren sehr verschiedenartig eingerichtete, wie man in den Werken von *Hartmann, Valerius* über Eisenhüttenwesen, so wie in dem Lehrbuch der Ingenieur- und Maschinenmechanik

von Prof. *Weisbach* zu Freiberg, Bd. 3, S. 453 ff. ersehen kann. Wir bemerken hier über den *Arbeitsaufwand* bei verschiedenen Aufzügen nach den Angaben von *Weisbach* Nachstehendes:

Bei einem *Aufzug mit endloser Kette* lässt sich das Arbeitsmoment, von den Nebenhindernissen abgesehen, berechnen, wie folgt. Es sei das Gewicht der Fördermaasse in einem Gefässe oder Wagen = Q, die Förderhöhe = h und die Anzahl der in einer Minute zu hebenden Gefässe oder Wagen = n. Die Leistung per Gefäss ist dann = Q h, folglich die pro Minute n Q h, und daher die pro Secunde:

$$L = \frac{n}{60} Q\,h.$$

Diese Formel gilt jedoch nur dann, wenn das leer niedersteigende Fördergefäss G dem aufsteigenden vollen zu Hülfe kommt. Ausserdem ist $L = \frac{n}{60} (Q + G)\,h$ zu setzen.

Ist Q bei einem *grössern Gichtaufzug*, der durch Wasser oder Dampf bewegt wird, die durch diesen Aufzug emporzuhebende Last, s der Weg desselben auf der geneigten Ebene oder Schienenbahn, und a der Neigungswinkel dieser Bahn gegen den Horizont, so hat man die auf den Korbumfang reducirte Kraft P = Q sin. a, und die erforderliche Arbeit zum Aufziehen Ps = Qs sin. a.

Beispiel. Ist die Last eines Aufzuges Q = 1000 Pfd., der Neigungswinkel des Aufzuges a = 30° und die Länge der Aufzugsbahn s = 70 Fuss, so hat man die Kraft P = 1000 sin. 30° = 500 Pfd. und die Arbeit Ps = 500 . 70 = 35000 Fusspfd. Lässt man den Wagen mit $2^1/_2$ Fuss mittlerer Geschwindigkeit aufsteigen, so hat man die mittlere Leistung der Maschine pro Secunde L = 500 . 2,5 = 1250 Fusspfd., oder, wenn wir der Nebenhindernisse wegen 15 Proc. zusetzen, L = 1250 . 1,15 = 1438 Fusspfd., d. i. beinahe 3 Pferdekräfte. Die Zeit eines Aufganges ist

$$t = \frac{s}{v} = \frac{70}{2{,}5} = \frac{140}{5} = 28 \text{ Secunden;}$$

setzen wir die Stillstandszeit 62 Secunden, so haben wir folglich den Zeitaufwand für ein Auftreiben 90″. Soll nun der Gichtaufzug zwei Hohöfen mit Eisenerzen, Kohlen und Zuschlägen von im Ganzen täglich 2 . 70000 = 140000 Pfd. versorgen, so sind hierzu $\frac{140000}{1000} = 140$ Aufgänge, und ein Zeitaufwand von 140 . 90″ = 140 . 1,5′ = $^7/_2$ = $3^1/_2$ Stunde Zeit nöthig.

Die Berechnung eines *pneumatischen Luftaufzuges* ist, wie folgt, zu vollziehen. Ist F die Kolbenfläche, p der äussere und p_1 der innere Luft- oder Winddruck pro Quadratzoll, so hat man die Kraft des Kolbens K:

$$P = F\,(p_1 - p),$$

und ist a der Halbmesser der Rolle D, b aber der der Rolle E, so folgt die Last:

$$Q = \frac{a\,P}{2\,b} = \frac{a\,(p_1 - p)\,F}{2\,b}.$$

Umgekehrt ist also die einer gegebenen Last Q entsprechende Grösse der Kolbenfläche in Quadratzollen:

$$F = \frac{2\,b\,Q}{a\,(p_1 - p)},$$

welche allerdings wegen der Kolbenreibung und wegen anderer Nebenhindernisse noch um circa 25 Proc. grösser genommen werden muss. Bei einem andern von *Gibbons* für vier Eisenhohöfen in der Nähe von Dudley construirten und seit Jahren bewährten Aufzuge hat man dagegen einfach

$$Q = F\,(p_1 - p) \text{ und daher}$$

$$F = \frac{Q}{p_1 - p}.$$

Ist s der Kolbenhub, so hat man die Steighöhe der Last Q:

$$h = \frac{b}{a}\,.\,25 = \frac{2\,b\,s}{a}.$$

und daher die geleistete Arbeit der Maschine für ein Aufziehen:

$$Ps = Qh = F\,(p_1 - p)\,s = V_1\,(p_1 - p),$$

wofern V_1 den Inhalt des Cylinders oder das bei einem Aufziehen verbrauchte Windquantum bezeichnet.

Ist n die Anzahl der Aufziehungen pro Minute, so ergiebt sich folglich die Leistung der Maschine pro Secunde:

$$L_1 = \frac{n}{60}\,Ps = \frac{n}{60}\,Qh = \frac{n}{60}\,V_1\,(p_1 - p).$$

Die entsprechende Leistung des Gebläses ist, da dasselbe Luft von der Pressung p in den Regulator drückt, worin die Pressung p_1 ist:

$$L = \frac{n}{60}\,V_1\,p_1 \text{ Log. nat. } \left(\frac{p_1}{p}\right),$$

oder annähernd bei einer mässigen Pressung:

$$L = \frac{n}{60}\,V_1\,p_1 \left(\frac{p_1 - p}{p}\right) \left(1 - \frac{p_1 - p}{2\,p}\right);$$

folglich ist der Wirkungsgrad des pneumatischen Aufzuges selbst, wenn man von allen geodynamischen Hindernissen absieht:

$$y = \frac{L_1}{L} = \frac{p}{p_1}\left(1 + \frac{p_1 - p}{2\,p}\right), \text{ wofür meist}$$

$$= \frac{p}{p_1} \text{ gesetzt werden kann.}$$

Beispiel. Es sei bei einem pneumatischen Aufzuge, der nach einem andern Princip, als vorhergehend erwähnt, eingerichtet ist, die Pressung der innern Gebläseluft $p_1 = {}^5/_4\, p$, ferner die Last $Q = 1500$ Pfd. und das Umsetzungsverhältniss $\frac{a}{b} = \frac{1}{4}$, so hat man die erforderliche Querschnittsfläche des Windcylinders:

$$F = \frac{2\, b\, Q}{a\,(p_1 - p)} = \frac{8\,.\,1500}{{}^1/_4\, p} = \frac{48000}{p} = \frac{48000}{15{,}1} = 3177$$

Quadratzoll, und daher den entsprechenden Kolbendurchmesser:

$$d = \sqrt{\frac{4\, F}{\pi}} = 63{,}6 \text{ Zoll.}$$

Der Sicherheit und insbesondere der Kolbenreibung wegen möchte aber der Durchmesser

$$d = 72 \text{ Zoll}$$

in Anwendung zu bringen sein. Ist die ganze Steighöhe der Last $h = 40$ Fuss und die Anzahl der Aufgänge pro Stunde $= 30$, so hat man die Nutzleistung des Aufzuges im Mittel pro Secunde:

$$L = \frac{30\,.\,1500\,.\,40}{60\,.\,60} = \frac{1500}{3} = 500 \text{ Fusspfund.}$$

Wenn man diesen Aufzug 10 Stunden lang arbeiten lässt, so hebt man ein Erz- und Kohlenquantum von $10\,.\,30\,.\,1500 = 450000$ Pfd., welches für zwei grosse Eisenhohöfen vollkommen ausreicht.

Wir wollen nun noch aus dem *Valerius*'schen Werke die *Anlagekosten* zweier verschiedenartig eingerichteter Gichtaufzüge bei den Hohöfen zu *Monceau-sur-Sambre* mittheilen.

Gichtaufzug mit Kette ohne Ende.

	Kilogr.	Fr.	Ct.
1) *Schmiedeeisen*: Die Länge jeder Kette bebeträgt 2.15 Meter = 30 Meter. Nun sind 2 Ketten vorhanden, weshalb ihre Gesammtlänge 60 Meter beträgt; 0,30 Meter wiegen 5 Kilogr., daher in Summa	1000,00		
30 Querstangen von 0,02 Meter Durchmesser, an Gewicht 30.2,75 Kilogr. = ...	82,50		
22 Wagen, deren Schalen von 6 Millimeter Dicke und von 0,60 Meter im Quadrat, eine jede 16,6 Kilogr. und mit den Gehängen 20 Kilogr. wiegen, welches macht	440,00		
Summa Eisen	1522,50		
welche à Kilogr. 60 Cent. kosten		913	50
2) *Gusseisen*: 4 Scheiben oder Räder à 400 Klgr.	1600,00		
Zahnrad und Getriebe wiegen	800,00		
Die beiden Wellen wiegen à 530 Kilogr. . . .	1060,00		
Summa Gusseisen	3460,00		
welche à 25 Cent. kosten		865	—
	Latus	1778	50

	Fr.	Ct.
Transport	1778	50
3) *Holz*: 2 eichene Schwellen, 3 Meter lang, 0,25 Meter breit und hoch, à 110 Fr. das Kubikmeter . . .	40	25
4) *Montirung:* Es waren erforderlich 2 Monteurs und 2 Arbeiter, welche durchschnittlich 3 Fr. ein jeder an Lohn erhielten	72	—
Beaufsichtigung, Risse etc.	80	—
Summa Anlagekosten	1970	75

Anlagekosten des mit Wasser betriebenen Gichtaufzuges.

	Fr.	Ct.
a) *Holz:* Säulen, Riegel und Schwellen, 11,8 Kubikmeter à 68 Fr., Breter für die Kasten, 4 Quadratmeter à 80 Cent. für die 3 Quadratdecimeter . .	788	99
b) *Gusseisen:* Grosses Rad, kleines Rad, Zapfenlager, Rollen und Röhren, 5574 Kilogr. à 25 Fr. . . .	1393	50
c) *Schmiedeeisen:* Welle, Bremse, Gehänge für die Kasten, Bolzen, Ketten, Kasten von Blech, Winkel etc. 2026,4 Kilogr. à 160 Fr.	607	92
d) *Pumpe:* Gusseisen 690 Kilogr. à 40 Fr.	276	—
Schmiedeeisen 258 Kilogr. à 40 Fr. . .	103	20
e) *Rothguss:* 65,5 Kilogr. à 4 Fr.	262	—
f) Montirung und Beaufsichtigung	415	—
Summa der Anlagekosten	3846	61

Ueber die Lage der Hohöfen

lässt sich nichts Bestimmtes sagen, da sie zu sehr von den Localitäten abhängt. Zuweilen ist es sehr vortheilhaft, sie am Abhange oder Fusse eines Hügels anzulegen, so dass der Erzplatz und das Local für die Kohlenschuppen oder die Verkoakung im Niveau der Gicht zu liegen kommen, weil man alsdann die Gichtaufzüge ersparen kann. Besonders zweckmässig ist dies in dem Fall, wenn die Hängebank des Steinkohlen-Förderschachtes höher als die Hohofengicht liegt. Hinter dem Hohofen wird alsdann eine starke Futtermauer angebracht. — Günstige Stellungen für Hohöfen sind auch die Nähe schiffbarer Flüsse oder Canäle, oder auch grosser Eisenbahnen, weil es alsdann möglich wird, die Schmelzmaterialien, die nicht ganz in der Nähe der Hütte vorkommen, aus oft weiter Ferne für geringe Kosten herbeizuschaffen.

Sollen in einer Hütte mehrere Hohöfen angelegt werden, so muss man sie in eine Linie legen, sie jedoch in allen ihren Theilen, mit Ausnahme der Fundamente, trennen, und ihre Gichten durch solche Brücken mit einander verbinden, deren Enden nur lose aufliegen, damit sie von dem sich ausdehnenden und zusammenziehenden Gemäuer unabhängig sind. Vor den Hohöfen befindet sich ein Gebäude, welches die gehörige Räumlichkeit zum Abstechen des Roheisens und, wenn es erforderlich ist, auch zu

dessen Umschmelzen enthält; in dem letztern Falle muss es auch alle zur Giesserei nothwendigen Apparate, wie Krahne, Formbänke, Kupolöfen, Darrkammern u. s. w., aufnehmen können. Es muss ein solches Gebäude den möglichst geringsten Platz einnehmen, um die Beaufsichtigung und den Verkehr zu erleichtern, und den Transport der verschiedenen Materialien und Producte, hauptsächlich in Beziehung auf die Arbeitslöhne, möglichst zu vermindern. — Horizontale Gebläse haben z. B. das Bequeme, dass man sie unter der Hüttensohle anlegen kann; ebenso die Windregulatoren. Stehende Gebläse, Gichtaufzüge u. dergl. bringt man hinter die Hohöfen. Die Dachconstruction des Hohofen-Gebäudes mache man möglichst aus Eisen, und decke das Dach mit Zinkblech.

Das Bureau des Betriebsdirigenten muss ganz in der Nähe der Hohöfen liegen, damit dieser Beamte und seine Gehülfen die meisten Betriebszweige der Hütte unter Augen haben. — Die Verkoakungsöfen lege man in die Nähe des Gebläses, um die aus denselben entweichende Hitze zur Dampfkesselfeuerung benutzen zu können. — Die Röstöfen und das Möllerhaus müssen in der Nähe der Gichtaufzüge liegen.

Die *Erzplätze* müssen hinreichende Grösse haben, um für die vorhandene Anzahl von Hohöfen die verschiedenen Erzsorten in gehöriger Menge aufstürzen zu können. Die Erzplätze müssen mit Eisenbahnen versehen sein, von denen die Hauptzweige auf der Sohle, die Nebenzweige aber auf Gerüsten liegen, um den angelieferten Eisenstein über die verschiedenen Haufen bequem ausstürzen zu können.

Ein anderes wesentliches Erforderniss für Hohöfenhütten ist die gehörige Räumlichkeit für die *Schlackenhalden.* Die Menge der Schlacken und der Asche, die in Hütten mit mineralischem Brennmaterial erzeugt werden, sind so bedeutend, dass ihre Unterbringung oft grosse Schwierigkeiten hat.

Eine gut eingerichtete Hütte muss mit einem Netz von *Eisenbahnen* versehen sein, die allen Arten von Transport entsprechen; sie erleichtern und beschleunigen die Verbindungen, ermöglichen sie zu jeder Jahres- und Tageszeit, ersparen ungefähr 60 Proc. an Transportkosten, ersparen an Platz, vermeiden Versperrungen und erleichtern die Beaufsichtigung. Eine Frau von gewöhnlichen Kräften kann auf einer Eisenbahn 20 Ctr. fortschaffen, ein starker Mann dagegen mit einem Laufkarren auf einem gepflasterten Wege nur 2 Ctr. Dazu gehören gut eingerichtete Wagen und Karren.

Da wir auch hierüber in dem vorliegenden Werkchen nur Andeutungen geben können, so müssen wir wiederum auf die grösseren Werke von *Hartmann* und *Valerius* verweisen, die genaue Beschreibungen und gute Abbildungen enthalten.

Fünftes Capitel.

Betrieb der Hohöfen.

Regeln und Erscheinungen beim Hohofenbetriebe.*)

Bei der Verschmelzung der Erze in Hohöfen muss deren *Schmelzbarkeit* und *Reducirbarkeit* berücksichtigt werden. Erstere lässt sich durch Gattiren oder Beschicken in jedem beliebigen Grade erlangen. Zur Erreichung einer leichten Reducirbarkeit lässt sich nicht viel thun, nur das Schmelzen verzögern, um die Reduction zu bewirken. Es lässt sich daher mit schwer reducirbaren Erzen keine so hohe Production erzielen, als mit leicht reducirbaren.

Sphärosiderite oder Thon- und Kohlen-Eisensteine sind, wegen ihrer mannigfaltigen Zusammensetzung von kieselsauren Verbindungen, sehr leichtflüssig, aber schwer reducirbar. Sie müssen daher durch langes Liegen, durch Verwitterung und Auslaugung eine höhere Oxydationsstufe erlangen, um sich in den höheren Räumen des Ofens leichter zu reduciren. Kann aber dieses Mittel nicht in dem gehörigen Grade erreicht werden, so muss man solche Erze mit strengflüssigen beschicken, damit sie erst in den unteren Ofenräumen schmelzen. Durch strengflüssige Beschickungen wird der Gichtenwechsel verzögert und es bleiben die Erze der Hitze und der Einwirkung der reducirenden Kohle immer länger ausgesetzt. Der Kohleneisenstein *(Blackband)* ist minder schwer reducirbar, als der eigentliche Sphärosiderit.

Strengflüssige Erze und deren den Fluss regulirende Zuschläge sind in $^1/_2$ bis 1 Kubikzoll grosse Stücke, schwer reducirbare Erze aber nicht so klein zu pochen, damit sie sich nicht auf einander legen können und die Kohle gehörig einzuwirken vermag. — Leichtflüssige Erze können in noch grösseren Stücken ohne Nachtheil aufgegeben werden, besonders wenn die Hohöfen hoch und weit sind; einzelne Stücke können eine Grösse von 6 bis 8 Kubikzoll haben, nur dürfen nicht zu viel derselben im Möller sein.

Sehr strengflüssige Erze, die man nicht mit den gehörigen Flussmitteln beschicken kann, lassen sich in engen Ofenschächten vortheilhafter verschmelzen als in weiten, da sich in jenen die Hitze gleichmässiger verbreitet, und die Erze gleichmässiger erweichen, ehe sie in den Schmelzraum gelangen; denn wenn dies

*) Mit Benutzung der schon erwähnten trefflichen Arbeit des Herrn Schichtmeisters *v. Mayrhofer* zu Witkowitz in Mähren, in *Kraus'* Jahrbuch III. 1 ff.

nicht der Fall ist und rohe Erze in das Gestell gelangen, so wird das Roheisen leicht dickflüssig.

Es steht daher bei einer und derselben Erzgattung die Reducirbarkeit mit der Dichtigkeit im umgekehrten Verhältniss, d. h. je dichter, um so geringer reducirbar sind die Erze einer und derselben Gattung.

Auflockerung der Erze ist der Hauptzweck der Röstung, wodurch ihr Wassergehalt vertrieben wird, so dass Luft und Wasser besser auf sie einwirken können; aus diesem Grunde und um die Zerkleinerung zu befördern, ist auch das Ablöschen der aus dem Röstofen auszuziehenden Erze sehr zweckmässig. Das Abliegen der gerösteten Erze ist, wie schon oben bemerkt wurde, in vielen Fällen nothwendig, besonders bei Schwefelkies- und Gehalt an organischen Substanzen, bei Raseneisensteinen. Hin und wieder setzt man die Erzplätze bei starkem Regen unter Wasser.

Sind die Erze oder Koaks schwefelkieshaltig, so muss der Ofen stets im Gargange gehalten werden, indem dann die gehörig kalkhaltige Schlacke Kieselerde an das Roheisen abgiebt, welches beim Frischprocess wieder abgeschieden werden kann, dagegen aber Schwefel aufnimmt. Die Beschickung (Möllerung) muss in diesem Falle stets einen bedeutenden Kalkzuschlag haben, um eine kalkhaltige Schlacke zu erzeugen.

Phosphorhaltige Erze erfordern ein langsames und anhaltendes Rösten und Abliegen, so wie ebenfalls Gargang, weil das graue Roheisen langsam verfrischt werden muss und der Phosphorgehalt bedeutend vermindert werden kann. Zum Vergiessen zu Gegenständen, von denen Festigkeit nicht erfordert wird, ist das sehr dünnflüssige phosphorhaltige Roheisen recht gut.

Von den Erden, welche das Eisenoxyd in den Erzen begleiten, so wie von den in den Zuschlägen enthaltenen, tritt die Kieselerde als Säure auf, während die übrigen Basen bilden. In der Regel nimmt die der kleinsten stöchiometrischen Zahl entsprechende Base die meiste Kieselsäure auf. Schmilzt man ein oder mehrere Erden mit Kieselsäure zusammen, so entstehen Gläser, die sogen. *Schlacken.* Unter sonst gleicher qualitativer Zusammensetzung von mehr als zwei Erden sind diejenigen die leichtflüssigsten, die sich der stöchiometrischen Zusammensetzung am meisten nähern. Die stärksten Basen geben im Sättigungspunkte die leichtflüssigste, und die schwächsten die strengflüssigste Schlacke, die durch diese zwei Erden hervorgebracht werden kann, während bis zu einer gewissen Grenze die stärksten Basen die strengflüssigste Schlacke, und umgekehrt, geben. Auf diesem ganz eigenthümlichen Verhalten beruht die Erscheinung, dass bei einer nur aus Kieselerde und einer Base bestehenden Beschickung so häufig plötzlich ein übergarer Gang eintritt, der nicht durch eine Steigerung des Satzes, sondern nur durch eine Veränderung der Beschickung gehoben werden kann. Eine Verbindung von nur einer Base mit Kieselerde giebt eine strengflüssige, mehr gefrittete Schlacke, ein Silicat; zwei Basen mit Kieselerde geben ein Bisilicat, eine

leichtflüssigere Schlacke; drei Basen eine noch leichtflüssigere Schlacke, ein Trisilicat etc.

Aus diesem Verhalten der kieselsauren Verbindungen geht hervor, dass sie gegenseitige Flussmittel sind, und wirklich bestehen die sehr leichtflüssigen Erze wenigstens aus Trisilicaten. Die Erfahrung lehrt auch, dass bei sehr strengflüssigen Erzen mit einem Zuschlage von zusammengesetzten Mineralien mehr auszurichten ist, als mit dem blosen Kalkstein, der nur darum so häufig allein als Zuschlag angewendet wird, weil er am leichtesten herbeigeschafft werden kann.

Die Schlacke vom garen Ofengange hat immer eine mehr oder weniger lichte, oft blos an den Rändern durchscheinende Farbe. Schmilzt Erz unreducirt, oder wird reducirtes Erz vor der Form wieder oxydirt, so wird die Schlacke durch das in dieselbe geführte Eisen schwarz gefärbt, allein sie ist nicht immer das Zeichen vom *Rohgange*.

Erze ohne kieselsaures Eisen reduciren sich bei gehörig hoher Temperatur und richtiger Lage des Schmelzpunktes vollständig, und dies bezeichnet den *Gargang* eines Ofens; ist aber die Temperatur so niedrig, dass die Reduction der Erze nicht vollständig erfolgt und dieselben eher schmelzen, so geht das unreducirte in die Schlacke über; es ist dies ein wirklicher Rohgang. Ist die Hitze im Ofen zwar hoch genug, liegt aber der Schmelzpunkt zu hoch, so schmelzen die Erze ebenfalls vor der gehörigen Reduction, das unreducirte Eisen geht als Oxydul in die Schlacke und färbt sie schwarz. Es zeigt sich alsdann ein *falscher* oder *scheinbarer Rohgang*, wie dies auch dann der Fall ist, wenn man Erze verhüttet, die ganz oder zum Theil aus kieselsaurem Eisen bestehen; dieser letztere Gang hat jedoch keine nachtheiligen Folgen.

Bei einem sehr hitzigen, übergaren Ofengange bläht sich die Schlacke beim Begiessen mit Wasser auf und wird bimssteinartig; krystallisirte und krystallinische Schlacken erfolgen dann, wenn sich ihre Zusammensetzung stöchiometrischen Verhältnissen nähert. Die Färbung erlangen sie aus beigemengten fremdartigen Substanzen, jedoch lassen sich aus der Farbe keine sicheren Folgerungen auf die zufälligen Begleiter machen, da Temperatur und Abkühlungsverhältniss Einfluss auf die Färbung haben.

Erhält die Schlacke eine erdartige Textur, ohne dass das specifische Gewicht zunimmt, so verlangt der Ofen etwas mehr Wind; wird aber die Schlacke unter diesen Umständen weit schwerer, dann liegt der Schmelzpunkt zu hoch und man muss engere Düsen, d. h. gepresstern Wind einlassen. Eine sehr schwere Schlacke ist der erste Vorläufer eines Rohganges durch zu hochgeführten Schmelzpunkt.

Bei einem gut geleiteten Ofenbetriebe tritt der Rohgang nie plötzlich ein, sondern kündigt sich sehr bald durch schwerere und dunklere Schlacke an; es muss dann das Windquantum vermindert werden. — Sind die Schmelzmaterialien sehr schlecht und so verschiedenartig, dass man sie nur annähernd kennt, so lässt sich der

Betrieb nur nach den Umständen, unter denen sich die schwarze Schlacke bildet, leiten. Die wichtigsten Fälle dieser Art sind die folgenden:

1. *Ist der Erzsatz zu gross*, so ist die Temperatur zur Erzeugung von grauem Roheisen zu gering; kann auch dann die Reduction nicht vollständig erfolgen, so tritt wirklicher Rohgang ein. Im erstern Falle ist die Schlacke noch licht, aber unvollkommen verglast, und im zweiten wird sie braun, schwarz und porös. Diese Rohschlacke ist anfänglich sehr flüssig, erstarrt aber sehr bald an der Oberfläche, wird nach und nach dickflüssiger, die Formen werden dunkler, die Gichtflamme wird röther und matter, bis der Ofen erstickt. — Als *Mittel* gegen den Rohgang wirken mehr Wind, ein geringerer Erzsatz; oder ist das Uebel schon zu weit vorgeschritten, so gebe man weniger Wind, bis der um etwa $^1/_3$ verkleinerte Erzsatz in das Gestell einrückt. Gehen die Gichten aber nicht mehr, so muss der Ofen an der Brust aufgerissen und es muss die Schmelzsäule herausgezogen werden, um von Neuem zu füllen und zu blasen.

2. *Ist der Erzsatz nur etwas zu klein*, so erhält man graueres Roheisen, als man zu erzeugen beabsichtigt; ist er aber viel zu klein, so tritt ein übergarer Gang ein, wobei die Schlacke sehr strengflüssig wird, sich bei den Formen viel Frischeisen ansetzt und das Gestelle enger wird. Endlich dringt der Wind nicht mehr durch, das Roheisen bleibt in Körnern in der zähen Schlacke, und es kommt nur wenig in den Herd. Auf diese Weise kann der Ofen auch ersticken. — Verstärkung des Windes ist für den Augenblick das einzige Mittel, um die Schlacke flüssiger zu machen. Ist aber das Uebel schon zu weit gediehen, so muss man zu den Mitteln greifen, die bei einem zu hitzigen Gange angewendet werden (siehe 58).

3. *Wenn die Beschickung zu strengflüssig ist*, so erfolgt eine schwarze Schlacke, weil die zähe Schlacke über der Form durch Umhüllung die vollständige Reduction verhindert. Die schwarze Färbung der Schlacken erfolgt durch Eisenoxydul, wie es bei dem gewöhnlich hochliegenden Schmelzpunkte unvermeidlich ist. Der Gichtenwechsel wird dabei immer langsamer, das Roheisen stets matter, überall zeigen sich Schlackenversetzungen, und der Ofen erstickt endlich. — *Mittel* zur Abhülfe des Uebels sind: mehr Wind bei gleicher Düsenweite, Aufgeben von gepochter Hohofenschlacke und von kleinen Stückchen grauen Roheisens. Blähet sich dabei die schwarze Schlacke beim Begiessen mit Wasser auf, so ist sie unschädlich. Hilft dies nichts, so giebt man einige leere Kohlengichten auf und vermindert den Wind. Auf die leeren Gichten setzt man leichtflüssigere Beschickung. Hat man strengflüssige Beschickung zu verblasen, so ist ein enger Ofenschacht einem weiten vorzuziehen, auch der Wallstein niedriger zu machen.

4. *Eine zu leichtflüssige Beschickung* giebt eine schwarze Schlacke, weil die Erze früher schmelzen, als sie reducirt werden; auch ist die Schlacke zu dünnflüssig, schützt das Roheisen vor

der Form nicht gehörig gegen den Wind, so dass ein Theil des Eisens verbrennt und als Eisenoxydul die Schlacke schwarz färbt. Die Formen sind bei sonst guter Gichtflamme meistens etwas dunkel und nasen, so dass sie oft gereinigt werden müssen. Jedoch wird dieser Gang nicht leicht gefährlich. Die abrutschenden Versetzungen geben vorübergehend der Schlacke das Ansehen eines vollständigen Rohganges. Bei hohen und engen Obergestellen kann aber doch ein Ersticken des Ofens durch die Frischeisenansätze über der Form erfolgen. Das Roheisen ist wegen der Entkohlung durch den Einfluss des Windes und wegen des schnellen Gichtenwechsels, der bei leichtflüssigen Beschickungen stets stattfindet, weiss, aber ziemlich flüssig. Beim Betriebe mit heissem Winde zeigen sich die Erscheinungen vor der Form nicht so auffallend, weil dort eine lebhaftere Verbrennung stattfindet; allein in der Mitte, besonders ausgebrannter Gestelle, entsteht dann häufig eine dickflüssige Säule, die man nur mit dem Formspiess oder mit der Brechstange fühlen, aber nicht sehen kann. Dadurch kann Rohgang und Ersticken des Ofens herbeigeführt werden. An mehreren Orten konnte man bei der Production von weissem Roheisen aus einer leichtflüssigen und leicht reducirbaren Beschickung heissen Wind nicht anwenden, weil bei demselben die Beschickung etwas strengflüssiger sein muss, besonders bei kleinen Oefen, indem bei diesen der heisse Wind wirksamer ist, als bei grossen.

Mittel dagegen sind: wenig, aber gepresster Wind, damit die Gichten langsam ziehen und der Schmelzraum möglichst tief erhalten wird; langes Halten der Schlacke im Gestelle, indem dieselbe lösend einwirkt. Leichtflüssige Erze lassen sich nur dann mit Vortheil verschmelzen, wenn sie auch leicht reducirbar sind, weil sie sonst schon hoch im Ofen die Form verändern; sie können sonst nur langsam verschmolzen werden, wobei viel Eisen in der Schlacke bleibt. Man muss daher die Beschickung strengflüssiger einzurichten suchen; dann ist in diesem Falle eine hohe Production zu erzielen.

5. *Bei ungleich reducirbaren und ungleich schmelzbaren Erzen, wo die strengflüssigeren zugleich die strengreducirbareren sind,* bringen die leichtflüssigeren die strengflüssigeren häufig früher in Fluss, als sie möglichst vollständig reducirt sind. Es entsteht dann auch eine schwarze eisenhaltige Schlacke. Man muss bei diesem Uebel die Beschickung ändern und sofort weniger Wind geben.

6. *Ungleich reducir- und schmelzbare Erze, wo die leichtflüssigeren die schwieriger reducirbaren sind*, kommen viel öfter vor als der vorige seltene Fall. Die Schlacke ist glasig und schwarz, das graue Roheisen zum unmittelbaren Vergiessen sehr tauglich, darf aber nicht umgeschmolzen werden, weil es sonst weiss wird. Das einzige wirksame Mittel gegen dieses Uebel ist die Veränderung der Beschickung; augenblicklich hilft ein langsamer Betrieb.

7. *Ungleich schmelzbare, aber ziemlich gleich reducirbare Erze* geben ebenfalls sehr leicht eine glänzende schwarze Schlacke.

Die Flüssigkeit der Beschickung lässt sich freilich ohne grosse Schwierigkeiten durch Gattirung der verschiedenen Erze und durch Zuschläge reguliren, allein es ist dabei zu berücksichtigen, nur solche Schmelzmaterialien in die Möllerung zu bringen, die sich wirklich chemisch mit einander verbinden. Ist dies nicht der Fall, so bleibt ein Erz ausgeschieden, umhüllt sich, kommt unreducirt vor die Form und geht in die Schlacke über. Dieser Fall kommt z. B. vor, wenn man den Sphärosiderit oder Thoneisenstein der Steinkohlenformation, der aus kieselsauren Verbindungen und Eisenoxydul, mit quarzigem Rotheisenstein, der aus Kieselerde und Eisenoxyd besteht, mit einander verschmilzt. Die viele Kieselsäure in beiden kann von den Basen nicht alle aufgenommen werden, und man schlägt daher am besten Dolomit zu, weil die in demselben enthaltene Bittererde eine kräftige Base ist. Ist in der Beschickung zu viel freie Kieselsäure und zu wenig Base enthalten, so wird der Ofengang stets unregelmässig, und die Schlacke nie rein, sondern gestreift und matt sein. Wird, wie es in manchen Hütten gebräuchlich ist, kein ordentliches Möllerbett aufgefahren, sondern werden Erze und Zuschläge, jedes für sich, aufgegeben, so schmelzen die leichtflüssigen Erze für sich, die strengflüssigeren rollen theilweise durch und kommen unreducirt vor die Form. Beträgt der Antheil der strengflüssigen Erze nur 6 bis 8 Proc., so kann daraus für den Ofenbetrieb keine Gefahr entstehen, allein bei einem höhern Antheil ist dies mehr oder weniger der Fall.

Das wirksamste Mittel gegen dieses Uebel ist eine hinreichende Zuschlagsmenge, die freilich bei einer zweckmässigen Beschickung auf das Minimum reducirt werden muss, da es stets unvortheilhaft ist, zuviel unhaltigen Zuschlag geben zu müssen.

8. *Zu reiche Erze* sind strengflüssig und geben zu wenig Schlacke, so dass das Eisen unbeschützt bleibt, zum Theil verbrennt und die Schlacke schwarz färbt. Der zweckmässigste Eisengehalt ist bei strengflüssigeren und schwieriger reducirbaren Erzen 30 bis 40 Proc.; bei leichtflüssigen und leicht reducirbaren Erzen kann sie auch 50 Proc. betragen, aber bei 60 Proc. wird der Ofengang dürr oder trocken, und es zeigen sich sehr leicht Versetzungen. In Oefen mit geschlossener Brust (Blauöfen) können reichere Erze verschmolzen werden, besonders auf Spiegel- und weisses Roheisen, als in Hohöfen mit offener Brust und mit Vorherd zur Roheisenproduction zum Giessereibetriebe. Das durchschnittliche Tragvermögen, nämlich wieviel Pfund von der Beschickung auf 100 Pfd. Holzkohle gesetzt werden kann, hängt bei ziemlich gut reducirbaren Erzen grösstentheils von der Sorte des zu erzeugenden Roheisens und von dem Eisengehalt der Erze ab, und es ist annäherungsweise

für	weisses	Roheisen	aus	leichtflüssiger	Beschickung	= 300 — 0,9 p.
„	„	„	„	strengflüssiger	„	= 280 — 0,9 „
„	graues	„	„	leichtflüssiger	„	= 256 — 0,6 „
„	„	„	„	strengflüssiger	„	= 246 — 0,6 „

wobei p den Procentgehalt der Beschickung bezeichnet. Beim Tragvermögen der Koaks muss stets auf den Aschegehalt Rücksicht genommen werden. Im günstigsten Falle verhält sich das Tragvermögen der Koaks zu jenem der Holzkohle wie 4 zu 5, häufiger aber wie 3 zu 4, und bei den schlechtesten Koaks wie 2 zu 3. Es ist dabei kalter Wind angenommen. Bei erhitzter Gebläseluft ist das Tragvermögen grösser, und zwar wieder mehr bei kleinen, als bei grossen Hohöfen. Die Kohlenersparung, die bei erhitztem Winde durch dessen Temperatur erzielt wird, beträgt in Procenten ausgedrückt

= 0,03264 t Proc. für Celsius'sche und
= 0,04080 t ,, ,, Réaumur'sche Thermometergrade,

wobei t die Anzahl der Grade bedeutet. Gewöhnlich ist aber die Ersparung grösser oder geringer, als die Berechnung giebt, wovon die Gründe nicht leicht abzuleiten sind.

Die Menge der Beschickung, die zu 100 Pfd. Roheisen gebraucht wird, ist

$$= \frac{10,000}{p} \text{ Pfunde}$$

und die Brennmaterialmenge zu demselben Roheisengewicht ist annäherungsweise

$$= \frac{1,000,000}{p\,n\,T} \text{ Kubikfuss,}$$

wobei p den Procentgehalt der Beschickung, n das Gewicht eines Kubikfusses Brennmaterial und T das Tragvermögen bezeichnet, welches nach der in diesem Artikel gegebenen Formel berechnet wird. Mit Berücksichtigung der oben angeführten Verhältnisse zwischen dem Tragvermögen der Holzkohle und der Koaks gilt letztere Formel auch für diese.

9. *Bei einer zu armen Beschickung* hat man immer mit einer solchen Menge von verschiedenen tauben Erdarten zu thun, dass man nie recht weiss, in welchem Verhältnisse man sie aufgiebt, und dieses gänzliche Tappen im Finstern ist Ursache eines sehr häufigen unregelmässigen Ofenganges, für den es keine anderen bestimmten Regeln giebt als Vorsicht und Aufmerksamkeit.

10. *Erze, die aus solchen kieselsauren Verbindungen bestehen, welche einander kräftig als Schmelzmittel unterstützen*, geben alle Zeichen einer zu leichtflüssigen Beschickung. Dolomit ist wegen seines bedeutenden Bittererdegehaltes in diesem Falle ein sehr guter Zuschlag.

11. *Erze, die in solchen Verhältnissen aus kieselsauren Verbindungen bestehen, dass sie einander als Flussmittel nicht unterstützen*, wie es bei stark thon- und bittererdehaltigen Silicaten der Fall ist, sind strengflüssig. Kieselsaure Verbindungen mit viel Kieselerde, wie ochriger und quarziger Sandstein, sandiger Kalkstein, sind alsdann gute Zuschläge.

12. *Erze, die nur aus Quarz und Eisenoxyd bestehen*, sind strengflüssig und müssen mit gemengten Zuschlägen beschickt werden.

13. *Sehr kalkhaltige Erze* müssen mit strengflüssigeren Substanzen beschickt und mit wenigem, aber gepresstem Wind verblasen werden.

14. *Zinkhaltige Erze.* Beim guten Ofengange setzt sich der Zinkschwamm 6 bis 8 Fuss unter der Gicht ringförmig an; bei schwachem Winde und wenn sich der Ofen sonst abkühlt, setzt sich der Zinkschwamm oder Galmei aber auch in die Rastwinkel und gelangt alsdann zuweilen bis in das Gestell. Die Gichtflamme hat beim Verblasen zinkhaltiger Erze eine eigenthümliche weissgelblichbläuliche Farbe und ist stets von weissem Rauche begleitet. Von der schwefligen Gichtflamme unterscheidet sich die zinkische stets durch einen Stich ins Blaue, während die schweflige grünlich ist. Springt der Gichtschwamm ab und kommt in die tieferen Theile des Ofens, so wird er zum Theil von der Schlacke mechanisch aufgenommen, zum Theil aber auch verdampft, wodurch der Hohofen bedeutend abgekühlt wird. Auch wird durch einen zu starken Ansatz die Gicht verengt.

Sobald daher der Gichtschwamm zu stark geworden ist, muss man ihn fortschaffen, was dadurch bewerkstelligt wird, dass man die Gichten bis unter den Schwammansatz niedergehen lässt, den Wind abstellt, die Ofenbrust und die Formen verschliesst, auf die niedergegangene Gicht Eisenplatten legt, Kohlenlösche darauf schüttet, dann den Galmei oder den Zinkschwamm mit scharfen Brechstangen abschlägt, und die abgeschlagenen Stücke mit Haken und Kratzen heraufholt, da es sehr nachtheilig sein würde, ihn mit den Gichten niedergehen zu lassen. Lässt man die Gichten mehrere Fuss tiefer niedergehen, als der untere Rand des kranzförmig angesetzten Zinkschwammes hinabreicht, so entzündet sich das Zink und verbrennt mit weissem und dickem Rauche. Man wendet aber dieses Mittel nicht gern an, weil es nicht immer gelingt, den Schwamm gehörig wegzubrennen, der Ofen sich mehr als beim Abschlagen abkühlt, der zinkische Rauch die Arbeiter sehr belästigt, der Gichtengang ein sehr unregelmässiger ist, und man den abgeschlagenen Zinkschwamm gut verkaufen kann. Beim Betriebe mit stark erhitzter Gebläseluft setzt sich besonders in grossen Hohöfen der Gichtschwamm oft weit im Schachte niederwärts an. Man muss alsdann mit kaltem, wenig gepresstem, aber vielem Winde blasen, damit sich die Hitze mehr aufwärts zieht und den Zinkschwamm verflüchtigt. Die Tiefe, in der sich der Zinkschwamm unter sonst gleichbleibenden Verhältnissen ringförmig unter der Gicht ansetzt, bleibt sich ziemlich gleich; setzt man nun bei der nächsten Hohofenreparatur in dieser Gegend einen 15 bis 18 Zoll hohen und 3 bis 4 Zoll dicken gusseisernen Ring, der aus mehreren Segmenten bestehen kann, ein, so lässt sich der Galmei weit leichter abschlagen, weil er sich alsdann nur an diesen Ring ansetzt, an demselben aber nicht so festhalten kann, als am Mauerwerke.

15. Werden die Erze *in zu grossen Stücken* aufgegeben, so reduciren sie sich häufig nicht vollständig, mögen sie nun streng-

flüssig oder leichtflüssig sein. Man muss dies daher zu vermeiden suchen und die Erze in solcher Grösse aufgeben, wie es ihre Beschaffenheit verlangt.

16. *Schliecherze und solche, die in den oberen Theilen des Ofens in Sand zerfallen,* werden theilweise zur Gicht hinausgeblasen, und es wird dadurch der Erzsatz verkleinert, der Gang folglich garer. Man muss sie alsdann mit feingepochtem Kalkstein vermengen, und, wenn es möglich ist, Hammerschlag oder gusseiserne Bohrspäne zusetzen, wodurch das Uebel sehr vermindert wird.

17. Der *sinter- und eisenhaltige Quarzsand,* wie er sich bei grossen Walzwerken ansammelt, darf der Beschickung höchstens bis zu 2 Proc. zugesetzt werden, weil grössere Mengen ins Gestell gelangen würden.

18. *Mulmige und lettige Erze* verhindern die gehörige Wirkung des Windes und bilden Klumpen, die sich oft seitwärts festsetzen oder auch durchrollen. Gewöhnlich sind sie leichtflüssig und dabei öfters streng reducirbar, weshalb die entstehenden Klumpen früher schmelzen, als sie sich vollkommen reduciren. Sind sie strengflüssiger, so verglasen sie sich an der Oberfläche, die Zuschläge können nicht darauf einwirken, und sie werden nur unvollständig reducirt. Auch enthalten lettige Erze häufig sehr viel Wasser, wodurch der Ofen abgekühlt wird; kurz, sie verursachen sehr häufig einen unregelmässigen Ofengang. Die Gichtflamme ist oft schwach und ungleich, die Formen nasen und verdunkeln sich häufig, die Gichten rutschen und kippen, die Schlacke ist häufig schwarz, das Roheisen gewöhnlich weiss, und alle diese Erscheinungen treten in weiten und grossen Hohöfen noch mehr als in kleinen und engen hervor, während zu kleine Oefen ebenfalls nicht tauglich sind.

Um diese Uebel zu vermindern, muss der Wind mehr gepresst und in grösserer als gewöhnlicher Quantität vorhanden sein, damit er die Schmelzsäule besser durchdringe und auch an jenen Orten, wo der Zug theilweise verlegt ist, die Verbrennung unterhalte; das Brennmaterial soll aus gleichen Gründen nur in groben Stücken angewendet werden, die Beschickung soll nicht zu strengflüssig eingerichtet sein, weil dann die Versetzungen zu häufig werden; sie darf aber auch nicht zu leichtflüssig sein, weil bei einer zu leichtflüssigen Beschickung die gepresstere und grössere Windmenge den Gichtengang zu sehr befördert, was eine Abkühlung des Ofens herbeiführt, wobei die streng reducirbaren Erze früher schmelzen, als sie sich reduciren. Ist auch das Brennmaterial von löschartiger oder sonst sehr weicher Beschaffenheit, dann können solche Materialien nur in kleinen Oefen verschmolzen werden, weil in diesen die Schmelzsäule nicht so drückend ist und die Seitenverschiebungen nicht so gross sind.

19. *Zu stark geröstete Erze,* die an der Oberfläche verglast sind, wirken weniger auf die Zuschläge und sind nur schwer reducirbar. Sind nun einige Röstungen, wie es bei krystallinischen

Erzen leicht der Fall sein kann, verunglückt, so muss man sie nicht für sich, sondern im Gemenge mit gut gerösteten verblasen.

20. *Schlecht geröstete Erze* haben eine Neigung zum Rohgang, und zeigt sich dieses Uebel hauptsächlich bei niederen Oefen.

21. *Kieseleisensteine*, d. h. solche, in denen die Kieselerde mit dem Eisenoxyd chemisch verbunden ist, sind in der Regel leichtflüssig, aber unter allen Erzen am schwierigsten reducirbar, weshalb sie mit thon- und bittererdehaltigen Erzen verschmolzen werden müssen; auch sucht man durch gepressten Wind einen tiefen Schmelzpunkt zu erhalten.

22. *Schmiedesinter* ist sehr leichtflüssig und kann in ungefähr 1 Proc. der Beschickung auf die Mitte der Gicht aufgegeben werden. Jedoch thut man besser, wenn man den Schmiede-, Walzen- und Hammersinter an einem Orte aufschüttet, ihn öfters befeuchtet und verrosten lässt. Er bildet dadurch Klümpchen, die man dem Möller zusetzen kann.

23. *Frischschlacken von den Frischfeuern* schliessen sich den Kieseleisensteinen an, sind aber, wenn sie einige Jahre im Freien abgelegen und verrostet sind, ziemlich gut reducirbar, und man kann sie selbst beim Erblasen von grauem Roheisen bis zu 20 Proc. zusetzen. Im frischen Zustande sind diese Schlacken streng reducirbar und lassen sich daher nicht so gut benutzen. Der durchschnittliche Eisengehalt dieser Schlacken beträgt 30 Proc.

24. *Schlacken aus den Puddel- und Schweissöfen* sind Eisenoxydul-Silicate und bilden eine so feste chemische Verbindung, dass weder ein mehrjähriges Abliegen noch Glühen eine Auflockerung hervorbringen kann, so dass sie stets schwer reducirbar bleiben. In England beschickt man die strengflüssigen Thoneisensteine, mit starkem Thon- und Bittererdegehalt, mit 30 bis 40 Proc. von diesen Schlacken, und auch in Belgien benutzt man sie häufig, wie wir weiter unten näher sehen werden. Da in grossen Puddelwerken bedeutende Schlackenmassen mit einem nicht geringen Eisengehalte entstehen, so ist deren Zugutemachung von Wichtigkeit. Zu Witkowitz in Mähren hat man damit schöne Erfahrungen erlangt, welche in der oben erwähnten Arbeit des Herrn *v. Mayrhofer*, S. 29 ff., nachzulesen sind.

25. *Roheisenabfälle und Drehspäne* können beim Hohofenbetriebe ebenso gut mit zugesetzt werden wie

26. *Schmiedeeisenabfälle* und *Blechschnitzel*. Jedoch wird diese Art der Zugutemachung dieser Producte nur selten vorkommen, da die ersteren beim Kupolofenschmelzen, die letzteren aber bei der Puddel- und Schweissarbeit eine weit vortheilhaftere Verwendung finden.

27. *Ein zu kleiner Kohlensatz* lässt die Erze auch bei einem grossen Verhältniss des Brennmaterials zur Beschickung durchrollen, wodurch ein Rohgang entsteht. Die durchrollenden Erze werden häufig vor der Form sichtbar, die schwarze Schlacke ist sehr dünnflüssig und schnell erkaltend, und das Roheisen matt und weiss. Charakteristisch ist das häufige Abwechseln von lichter

und dunkler Form bei gleichbleibender Stärke der lebhaften Gichtflamme und seltenen nur geringen Versetzungen. Der Gang ist unregelmässig, bald von zäher und bald von roher Schlacke begleitet, ähnlich wie bei einem zu sehr ausgebrannten Ofen. Es ist wohl zu merken, dass das Durchrollen der Erze nicht blos bei einem zu kleinen Kohlensatze, sondern auch bei anderen Anlässen stattfindet, z. B. es sind Klumpen auf der Rast angesetzt, da geschieht es häufig, dass die niedergehenden Kohlen- und Erzgichten eine so schiefe Lage bekommen, dass die Erze von ihrer schalenförmigen Kohlenunterlage abrutschen und durchrollen. Schmilzt eine solche Versetzung schnell und rutscht sie ab, so entsteht ein leerer Raum, der oft ein plötzliches Nachstürzen und Durchrollen der Erze veranlasst, und sich auch durch einen Sprung der Gicht bemerkbar macht. Bei Betriebsstörungen, wo die Gichten im Ofen so weit niedergehen, dass mehrere auf einander folgende Gichten nicht mehr ausgebreitet werden können, geschieht es ebenfalls, dass oft eine ganze Gicht Erze auf einmal durchrollt. Geschieht das Durchrollen der Erze nicht vor einer Form, dann nimmt man kleine Vorfälle gar nicht wahr, aber das Eisen, in welchem sich die durchgerollten Erze aufgelöst haben, sprüht auf eine eigenthümliche Weise mohnkorngrosse Funken, die dem Eisen unter einem knisternden und durch das feine Kochen der Eisenoberfläche entstehenden regenartigen Geräusche entfahren. Diese Funken sprühen keine Sternchen, sondern fallen von ziemlich gleicher Höhe in einem engen Bogen, dessen Richtung vom herrschenden Luftzuge abhängig ist, wieder nieder. Sind im Eisen viele Erze aufgelöst, dann ist das Funkensprühen so dicht, dass man nicht durchsehen kann. Bei nur wenig aufgelösten Erzen ist das Funkensprühen kaum bemerkbar, aber das regenartige Geräusch noch hörbar. Wenn die Erze vor einer Form durchrollen, so steckt man ein oder zwei Stücke Gezähe hinein, damit sich der Wind zerschelle und nicht so erkaltend auf die aufgeschmolzenen Erze wirke, oder man versetzt die Form auf eine kurze Zeit ganz.

28. *Ein zu grosser Kohlensatz* trägt keinen verhältnissmässig so grossen Erzsatz, als ein entsprechend kleinerer, und das Missverhältniss der Kohle zum Erzsatz wächst mit der Grösse des zu grossen Kohlensatzes, denn bei einem zu grossen Kohlensatze erreicht man nie das grösstmögliche Tragvermögen, weil ein Theil der grossen, in das Gestelle einrückenden Kohlenmasse ohne Zweck verbrennt. Auch hier ist die Schlacke nicht gleichförmig, indem sie immer dunkler ist, wenn die grosse Erzmasse zum Verschmelzen über die Form kommt, aber die hier entstehende dunkle, oft schwarze Schlacke ist *nie* dünnflüssig.

Das *Mittel* dagegen ist natürlich ein kleinerer Kohlensatz, nur ist das Ausmitteln des möglichst kleinsten Kohlensatzes auf praktischem Wege wohl ein sicheres, aber sehr langweiliges Verfahren, welches darin besteht, dass man nach Beurtheilung einen Kohlensatz von hinlänglicher Grösse bei guter Zeit der Campagne wählet und diesen so lange verkleinert, bis man wahrnimmt, dass

der Gang des Ofens unregelmässig wird; dann ist der erst- oder zweitvorhergehende der richtige Satz, den man längere Zeit hindurch gut ausprobirt. Sehr schnell erhält man ziemlich nahe den möglichst kleinsten Kohlensatz durch nachstehende Formel: es ist nämlich der nahezu kleinste Kohlen- oder Koakssatz $= \frac{0{,}157\ D^2\ (n + 6)}{n}$ Kubikfuss, wo D den Durchmesser des Kohlensackes in Fussen und n das Gewicht eines Kubikfusses Brennmaterial in Pfunden vorstellt.

Um das durchschnittliche Gewicht eines Kubikfusses Brennmaterial zu bestimmen, muss dasselbe frisch gebrannt und gut trocken in mehreren grösseren Quantitäten gewogen, und das Gewicht *eines* Kubikfusses durch Rechnung bestimmt werden.

29. *Ein zu grobes Brennmaterial* führt nebst den Uebelständen, die ein zu kleiner Kohlensatz veranlasst, noch den mit sich, dass die Hitze sehr leicht in die Höhe steigt. Der Nachtheil eines zu groben Brennmateriales kommt nur bei sehr niederen Oefen vor, welche gegen die Grösse des Brennmateriales so empfindlich sind, dass die Braschen oder das Gestübbe, so wie halbverkohlte Brände weggeworfen werden müssen.

30. *Ein zu zerreibliches und staubartiges Brennmaterial.* Beim Betriebe des Hohofens hat das Brennmaterial zwei Hauptbedingungen zu erfüllen, und zwar a) Reinheit (kleinen Aschengehalt) genug, dass noch Heizkraft in zureichender Menge vorhanden ist, und b) darf es im glühenden Zustande keine staubartige Form behalten oder annehmen, damit dem Winde der Durchzug nicht gesperrt werde. Entspricht ein Brennmaterial diesen zwei Bedingungen, dann ist es beim Hohofenprocesse entweder für sich allein, oder doch wenigstens mit besserem Brennmateriale gemengt, verwendbar; es mag seinen Ursprung was immer für einem Naturreiche verdanken.

Die gute feste Holzkohle ist zum Betriebe der Hohöfen das beste Brennmaterial, und wird auch, so lange Roheisen in Hohöfen erzeugt wird, das beste bleiben; ist aber die Kohle aus faulem Holze erzeugt, so ist sie so weich, dass sie zum Theil durch den Druck der Schmelzsäule und zum Theil von dem Winde in Staub verwandelt wird, wodurch dem Winde der Durchzug mehr oder weniger gesperrt wird. Dieser Kohlenstaub verschmiert sich mit der Schlacke und macht Klumpen, die Versetzungen bilden, welche oft schwer loszubringen sind. Bei sehr zerreiblichen Kohlen geschieht die Lösch- oder Staubbildung schon hoch im Ofen, was man daran erkennt, dass, wenn man in einem solchen Falle die schlechten Kohlen weglässt und dafür gute aufgiebt, der Luftzug und somit die Gichtenflamme schon lebhafter wird. wenn die Gichten mit guter Kohle ungefähr den halben Ofen erreicht haben. — Werden alte verlegene nasse Holzkohlen, wie sie sich in manchen Kohlenschoppen am Fussboden vorfinden, sammt der staubartigen Lösche aufgegeben, so erhält man dieselben Erscheinungen.

Koakslösche, die durch ein Sieb von weniger als $\frac{1}{4}$ Quadratzoll Maschinengrösse durchfällt, so wie Koaks, die in solche Lösche zerfallen oder zerrieben werden, verhalten sich ähnlich wie die Holzkohlenlösche. — Steinkohlen im staubartigen Zustande, die sogenannte Klein- oder Grieskohle, so wie die Stückkohle, welche in der Glühhitze in Staub zerfällt, sind aus denselben Gründen nicht unbedingt anwendbar.

Bei allen diesen Brennmaterialien wird dem Winde der Durchzug schon hoch über der Rast erschwert. Die Lösche häuft sich bei stark ausgebrannten Oefen im Gestelle mit Schlacken vermischt so an, dass dasselbe wie ein Kohlentiegel ausgefüttert wird, was in manchen Fällen gute Dienste leistet. Die Gichtflamme ist schwach und bricht an verschiedenen Stellen ungleich hervor, die Formen haben keinen hellen Blick, und die Gichten ziehen selbst bei einer ungewöhnlichen Windmenge langsam. Ist die Schlacke gut flüssig, so geht viel Lösche mit ihr ab, aber immer bleibt ein Theil derselben zurück, der Klumpen und Versetzungen bildet und hervorgeholt werden muss. Die Schlacke ist veränderlich, und das Eisen, wenn nicht weiss, doch matt. Hat sich dieses Gangverhältniss ganz langsam gebildet, dann zeigt der Ofen einen ungewöhnlichen Gargang, den man durch successive Erhöhung des Satzes nicht beseitigen kann, weil das Gestelle immer enger und höher und zuletzt wie ein Ofenrohr wird. In 5 bis 6 Tagen kann das Tragvermögen bis auf 300 und darüber gebracht werden; das Eisen wird immer schaumig sein, und der Gang garer werden, wodurch die Gichten immer langsamer ziehen, die Arbeit im Ofen schwieriger wird, und endlich der Ofen zuwächst.

Mittel. Wenn man mit weichen Holzkohlen von stark anbrüchigem Holze lange schmelzen muss, so lernt man dieses Gangverhältniss durch ihr öfteres unwillkommenes Erscheinen auch in seinen ersten Stadien bald kennen, und dann reichen ein oder zwei leere Kohlengichten und ein stärkerer Wind hin, dem Ofen Luft zu machen; übersieht man aber die ersten Stadien, dann muss man durch schwere, aber leichtflüssige Sätze einen Rohgang erzwingen, durch den die Versetzungen über dem Gestelle abgeschmolzen werden. Durch dieses Mittel wird der Ofen immer gerettet, aber er bleibt lange in Unordnung, weil die Versetzungen unmittelbar über der Form früher abschmelzen, als in den oberen Theilen, wodurch eine dem Schmelzprocesse unpassende Gestellform entsteht, die sich nur nach und nach wieder ausgleicht.

31. *Ein zu schieferiges, daher zu aschenreiches Brennmaterial* (unreine Koaks) giebt eine zähe Schlacke, welche die Formen verschmiert und Versetzungen bildet. Die gewöhnlichen Erscheinungen sind: Verdunkeln der Formen und Schlackenklumpen im Herde, die oft im Gestelle hängen bleiben oder die hintere Seite des Herdes versetzen. Die Versetzungen pflanzen sich meistens von unten nach oben fort, entstehen aber auch manchmal schon auf der Rast und bewirken ein unregelmässiges Einrücken der Gichten. Dieses Uebel wird dadurch immer sehr verschlimmert, dass der Wind

durch die häufig verschmierten Formen nicht durchdringen kann. Ist die Beschickung leichtflüssig, dann fliesst die Schlacke gut ab, und man sieht, wie die Lösche mit abfliesst und bei der Berührung mit der Luft in feinen, sternartigen Funken verbrennt. Ist die Beschickung strengflüssig, so fliesst die Schlacke nicht mehr gut ab, oder, wo sie abgehoben wird, steigt sie nicht in die Höhe, sondern muss flüssig hervorgeholt werden; auch nehmen die Versetzungen bei einer strengflüssigen Beschickung schnell zu.

Mittel dagegen sind: eine leichtflüssige Beschickung und, so lange keine Versetzungen sich vor der Form zeigen, ein gepressterer Wind. Unter diesem Verhältnisse zeigt sich immer ein kleines Tragvermögen, weil der Schiefergehalt des Brennmateriales die zu verschmelzende Masse vermehrt und das Brennmaterial vermindert. Steht kein besseres Brennmaterial zu Gebote, so hat man auch nie einen regelmässigen Ofengang.

32. *Rohes Holz*, d. h. solches, das nur an der Luft getrocknet wurde, ist blos bei erhitztem Winde anwendbar, indem alsdann die Unregelmässigkeiten des Ganges, die namentlich durch die starke Schwindung entstehen, ausgeglichen werden. Wo man das Holz zur Hütte flösst, ist die Anwendung von rohem Holze sehr vortheilhaft. Das Tragvermögen wird um 11 — 12 Proc. höher, als wenn dieselbe Holzmenge verkohlt angewendet wird. Das Holz wird in Stücken von 6 Zoll Länge und 3 Zoll Dicke aufgegeben, die Pressung des Windes wird verstärkt und der Betrieb sehr sorgfältig geleitet.

33. *Halbverkohltes Holz*, z. B. im Zustande sogenannter Brände, hat ein nur 6 Proc. höheres Tragvermögen, ist aber schwierig darzustellen.

34. *Holzkohlen im Gemenge mit lufttrockenem Holze*, im Verhältniss von $^3/_4 : ^1/_4$ oder von $^1/_2 : ^1/_2$, wobei man auch gesundes Knüppel- und Abfallholz benutzen kann, giebt einen vortheilhaften Betrieb, wie weiter unten durch mehrere Beispiele erläutert worden ist. Man muss erst das Holz und dann die Kohlen aufgeben, indem alsdann die Wirkungen des Schwindens unschädlich sind.

35. *Holzkohlen und Koaks* werden neuerlich sehr häufig angewendet, besonders da, wo vorzugsweise Frischroheisen erblasen wird. Die Menge der zuzusetzenden Koaks hängt von der Reinheit der Erze und der Frischmethode ab, muss aber in jedem Falle besonders ausgemittelt werden. Es gehört zu diesem Betriebe ein kräftigeres Verfahren, als wenn blose Holzkohlen angewendet werden.

36. *Koaks und staubartige Steinkohlen*, so wie auch *kleine Koaks* und *Cinders*, welche durch die Roste der Puddel- und Schweissöfen fallen, können unter folgenden Bedingungen mit Vortheil angewendet werden: a) die Staubkohlen dürfen nicht schwefelhaltig sein; b) es müssen zuerst die Koaks aufgegeben und ausgebreitet und dann müssen c) die Staubkohlen, wenigstens $^1/_3$ der ganzen Kohlengicht, abgesetzt werden, die man darauf 8 bis 10 Minuten abrauchen lässt. Auf diese abgerauchten Staubkohlen

setzt man die Erzgicht. — d) Die Pressung des Windes muss verstärkt werden. e) Da die im Ofen selbst erzeugten Koaks ein höheres Tragvermögen haben, so muss der Erzsatz vergrössert werden.

37. *Koaks und rohe Steinkohlen* geben einen recht guten Ofengang, und mit rohen, nicht backenden Steinkohlen, so wie mit Anthracit allein werden, wie wir weiter unten sehen werden, in Wales, Südschottland und Nordamerika viele Hohöfen unter höchst günstigen Umständen betrieben.

38. *Kohlenstübbe oder Braschen*, die durch ein grobes Sieb von der staubartigen Lösche gereinigte kleine Holzkohle, kann in Mengen von 10, 20, selbst 30 Proc. zugesetzt werden, je nachdem die Stübbe von einer weichern, von gleicher, oder von einer härtern Holzgattung herrührt, als die Kohle, welcher sie zugesetzt wird. Es muss muss dabei der Wind stärker gepresst und erhitzt werden, weil man bei kaltem Winde wenigstens keine so bedeutende Stübbenmenge zusetzen kann.

39. *Braunkohlen* sollen in Belgien calcinirt zum Hohofenbetriebe benutzt werden können, denn verkoaken lassen sie sich nicht. Prof. *Tunner* zu Leoben, ein sehr ausgezeichneter Hüttenmann, ist der Meinung, dass gute reine Braunkohlen, ohne sie zu verkoaken, in grossen Hohöfen, mit erhitztem und stark gepresstem Winde, recht gut benutzt werden könnten.

40. *Holzkohlen und Torf oder Torfkohlen* im Gemenge sind schon an mehreren Orten mit Vortheil angewendet worden, so z. B. zu Hammerau im Salzburgschen $^2/_3$ Holzkohlen und $^1/_3$ lufttrockener Torf. Jedenfalls werden sich auch die nach der irischen Methode, die Herr *A. Gurlt* in der Berg- und hüttenmänn. Zeitung, 1854, Nr. 21, beschreibt, dargestellten Torfkohlen zum Hohofenbetriebe benutzen lassen.

41. *Bei einer zu geringen Windmenge* kühlt sich der Ofen ab, wie weiter oben beim kalten Gange bemerkt wurde. Die einem Hohofen in der Minute zugeführte Windmenge hängt von allen, mit dem Hohofenprocesse im Zusammenhange stehenden Umständen mehr oder weniger, wesentlich aber vom Kohlensackdurchmesser in einem doppelten Verhältnisse ab, und zwar muss jedem Quadratfuss der Kohlensacksdurchschnittfläche in einer Minute eine gewisse Windmenge durchströmen, und dieselbe muss bei engen Kohlensäcken grösser sein als bei weiten. Es folgt daraus, dass die Betriebskraft bei grossen Hohöfen vortheilhafter benutzt wird, als bei kleinen, was besonders beim Dampfmaschinenbetriebe wohl zu berücksichtigen ist. Die kleinste Windmenge, die einem Hohofen in einer Minute in Kubikfussen zugeführt werden muss, ist

$$= 0{,}785\ (34 - D)\ D^2,$$

und um nie in Verlegenheit zu gerathen, soll das Gebläse auf eine effective Windmenge von

$$1{,}1\ (34 - D)\ D^2$$

eingerichtet sein, wobei D den Kohlensackdurchmesser in Fussen bezeichnet.

42. *Eine zu grosse Windmenge* bläst die Schlacke von strengflüssiger Beschickung leicht kalt, wodurch Versetzungen entstehen, und ist die Beschickung leichtflüssig, dann wird der Gichtenwechsel nach und nach so rasch, dass oft die Erze unvorbereitet und auch ungeschmolzen in das Gestelle gelangen. Man kann das Uebel durch Verminderung des Windes, bei verstärkter Pressung, leicht heben.

43. *Ein zu wenig gepresster Wind* dringt nicht durch und führt den Schmelzpunkt zu hoch, so dass sich der Ofen abkühlt und das Roheisen weiss wird. Kann man, wegen Mangelhaftigkeit des Gebläses, die Pressung des Windes nicht erhöhen, so muss man locker liegende und leichtflüssigere Erze aufgeben und vom Gargange nach und nach zum Rohgange übergehen, der bei leichtflüssigen Beschickungen nicht leicht gefährlich wird.

Die nöthige Pressung des Windes auf den Quadratzoll in Pfunden variirt für vegetabilische Brennmaterialien von $\frac{12}{13}$ bis $\frac{12}{7}$, und für mineralische von $\frac{12}{15}$ bis $\frac{12}{10}$, wobei 12 die durchschnittliche Anzahl Pfunde eines Kubikfusses Brennmaterial bedeutet. Die kleineren Werthe dieser Formeln beziehen sich auf jene Fälle, wo dem Ofen eine grosse Windmenge zugeführt wird, und umgekehrt. Nach dem Windmesser ist 1 Pfd. Pressung auf den Quadratzoll = 27 Linien Quecksilber- oder = $30\frac{2}{3}$ Zoll Wassersäule.

44. *Ein zu stark gepresster Wind*, besonders aus engen Düsen, zieht den Schmelzpunkt hinab; hat aber der Wind eine sehr grosse Geschwindigkeit, so dehnt sich der Schmelzraum auch nach oben aus, die Verbrennung vor der Form wird unvollständig. Der stark anprallende Wind kann auch bei einer leichtflüssigen Beschickung die Schlackendecke abblasen und das Eisen verbrennen. — Ist die Windmenge nicht zu gross, sondern nur gepresst, so steigt in kleineren Hohöfen die Production 4 bis 8 Tage lang, allein der Ofengang wird verdorben. — Wenn das Uebel noch nicht zu weit gediehen ist, so hilft eine verminderte Pressung, oder in jenem Falle helfen einige leere Kohlengichten und eine leichtflüssigere Beschickung.

45. *Zu geringe Erhitzung des Windes*, die z. B. bei Reparaturen am Apparate eintritt, veranlasst, wie der kalte Wind an schwülen Sommertagen, eine unvollkommene Verbrennung und langsamern Gichtwechsel. Man geht dann mit dem Satze zurück, legt kleinere Düsen ein und presst den Wind stärker.

46. *Zu starke Erhitzung des Windes.* Je grauer das Roheisen, je weicher und roher das Brennmaterial, je kleiner der Durchmesser des Kohlensackes und je strengflüssiger und strengreducirbarer die Erze sind, desto höher soll die Temperatur des Windes gesteigert werden. Man hat gefunden, dass, nach dem jetzigen Stande unseres Wissens, die zweckmässigste Temperatur des Windes, unter den verschiedenen Umständen, zwischen 120 bis 300° R. liegt. Herr *v. Mayrhofer* sagt darüber Folgendes:

Durch die Erhitzung dehnt sich der Wind aus, und die Pressung wird in den Leitungen stärker, aber die Reaction des Sauerstoffes auf den Kohlenstoff ist auch stärker, und es bedarf das Gebläse, bei guter Construction des Erhitzungsapparates, keiner grössern Kraft. Die Verhältnisse, welche man beim heissen Winde bezüglich der Menge und Pressung gewöhnlich zu beachten hat, sind in folgender Tabelle enthalten.

Temperatur nach Réaumur'schen Graden.	Die Menge M geht über in	Die Pressung P geht über in	Bemerkung.
120	0,90 M	1,3 P	Die Windmengen sind auf die Temperatur von 0° reducirt und die Pressungen in Pfunden auf den Quadratzoll bezogen.
200	0,80 M	1,5 P	
300	0,75 M	1,8 P	

M und P bezeichnen die Menge und die Pressung des kalten Windes, wie sie unter gewöhnlichen Umständen gebraucht werden.

Ist die Temperatur des Windes zu hoch, dann nimmt das Roheisen zu viel Erdbasen, namentlich Silicium, auf und wird mürbe, so dass es ein besonders schlechtes Stabeisen giebt. Zeigen sich ausser der Verschlechterung des Products noch andere Nachtheile, dann ist nicht der heisse Wind, sondern die unzweckmässige Menge und Pressung Schuld.

Der heisse Wind veranlasst einen sehr intensiven und niedrigen Schmelzpunkt, daher die bedeutende Kohlenersparung nur in Oefen bei kleineren Dimensionen stattfindet. In Oefen von grossen Dimensionen mit 10 bis 18 Fuss weitem Kohlensacke muss, bei beschränktem Schmelzraume, eine Menge Beschickung gelangen, die zum Schmelzen zu wenig vorbereitet ist und sonach Unregelmässigkeiten und Verzögerungen herbeiführt. In diesem Missverhältnisse des Schmelzraumes zum Kohlensackdurchmesser liegt die Ursache, dass man in England und Belgien den Betrieb mit erhitzter Luft nicht allgemein, sondern nur unter gewissen Umständen anwendet, wie wir weiter unten bei den Betriebsresultaten näher sehen werden.

47. *Sommerwarmer Wind*, wie er ohne Erhitzung in schwülen Tagen vorkommt, veranlasst Abkühlung, bald übergare, bald rohe Schlacken und körnig weisses Roheisen. Man verstärkt alsdann den Wind und seine Pressung, bricht am Ersatze ab, oder legt auch engere Düsen ein.

48. *Winterwarmer Wind*, wie er ohne Erhitzung an heiteren Wintertagen ist, veranlasst einen raschen Gichtenwechsel und schlechtes Eisen, weshalb man das Gebläse nachlassen muss.

49. Die durch einen *zu wenig vertheilten Wind* veranlassten Nachtheile kommen nur bei den noch wenigen Hohöfen mit einer Form vor.

50. *Ein zu viel vertheilter Wind.* Obgleich man, wie wir weiter unten sehen werden, in England Hohöfen mit 6—9 Formen hat, so ist es doch durch die Erfahrung noch nicht ausgemittelt, wie weit man die Vertheilung des Windes zur Erzeugung von weissem und halbirtem Roheisen treiben kann. Zwei Formen sind das anzuwendende Minimum.

51. *Ein zu langer Wind* entsteht dann, wenn die Düse vom Formauge zu weit zurückliegt; es wird dann unmittelbar vor der Form Kohlenoxydgas erzeugt, wodurch sie sehr hell wird, so wie durch das Zurückprallen leicht Frischeisen entsteht. Man muss daher die Düsen nachrücken, oder ein grösseres Formauge machen.

52. *Ein zu kurzer Wind* zeigt sich dann, wenn die Düsenmündung dem Formauge zu nahe liegt, wodurch die Formen leiden. Bei der Erzeugung von grauem Roheisen aus leichtreducirbaren, aber strengflüssigen Erzen ist ein kurzer Wind vortheilhaft, weil die Reduction schon hoch über der Form vor sich gegangen und daher vor derselben kein Kohlenoxydgas mehr nöthig ist. Unter allen übrigen Umständen muss aber ein zu kurzer Wind durch das Zurückziehen der Düsen oder durch Verengung des Formauges vermieden werden. Die Entfernung der Düsen vom Formauge, d. h. die Länge des Windes, beträgt je nach Umständen 4 bis 9 Zoll. Bei geschlossenen Wasserformen, deren Vorzüge, besonders bei grösseren Hohöfen, weiter oben dargestellt wurden, kann die Düse gänzlich in die Form hineinragen.

53. *Zu wenig konische Formen* concentriren den Wind zu wenig und sind besonders bei dichtem Brennmaterial nachtheilig.

54. *Zu stark konische Formen* lassen den Wind gegen die Formwände anprallen und zerstreuen ihn dann zu sehr.

55. *Unregelmässig gestellte Formen.* Das Formauge muss, um den Wind möglichst vollständig benutzen zu können, dieselbe Gestalt und, wenn beim Hohofen sonst Alles in Ordnung ist, auch dieselbe Grösse haben, wie die Formmündung, und es hat sich die kreisrunde Gestalt am besten bewährt. — Legt man die Form mit ihrem Blatte auf eine horizontale Unterlage, und steht in dieser Lage die Mündung senkrecht, dann ist sie gut gerichtet; auch hat man darauf zu sehen, dass die inneren Flächen glatt und in der Längenrichtung eben sind.

Ist das Formauge zu klein, dann prallt der Wind zurück, und es setzt sich zu viel Frischeisen an, welches zu Versetzungen führt. Ist das Formauge zu gross, dann schmilzt das zum Schutze der Form nöthige Frischeisen ab, der Wind verliert die nöthige Pressung, der Schmelzraum wird grösser und es stellt sich Rohgang ein.

Ist der Formrüssel unten zu kurz, hat er ein Obermaul, so gräbt der Wind in den Herd, und bei nicht sehr strengflüssiger Beschickung entsteht leicht weisses Roheisen, welches man nur an

wenigen Orten durch die sogenannte Läuterung express zu produciren beabsichtigt. — Ist der Formrüssel oben zu kurz, hat er ein Untermaul, dann ziehen die Gichten auf Kosten des Kohlenverbrauchs etwas stärker, und der Schmelzpunkt steigt. Beim schadhaften Tümpel kann man den Rüssel auf der Tümpelseite verlängern, allein es ist in diesem Falle besser, die Form etwas nach der Rückseite zu richten und einige Tage einen sehr garen Gang zu führen, damit sich das Gestelle ausfuttert. Bei 3 Formen verengt man zur Schonung des Tümpels Formauge und Düsenmündung um 2 bis 3 Linien, oder man verschliesst die Hinterform.

Beim Einlegen der Formen ist zu bemerken, dass jede Form mit dem Blatte horizontal, und dass entweder alle Formen eines Ofens in einer horizontalen Ebene, oder in 1 bis $1^1/_2$ Zoll verschiedenen Ebenen zu liegen kommen. Die Lagen sind dann folgende: Die tiefste Lage erhält die Form, welche der Abstichseite gegenüber liegt; die zweite Seitenform liegt entweder gleich hoch mit der ersten, oder sie liegt nur 1 bis $1^1/_2$ Zoll höher und bekommt eine horizontale Richtung nach hinten; endlich kommt die Hinterform um 1 bis $1^1/_2$ Zoll höher als die Seitenform und erhält eine horizontale Richtung zum Abstich. Obgleich diese horizontalen Abweichungen nicht sehr wesentlich sind, so behält man sie doch auch häufig bei gleich hochliegenden Formen bei.

56. *Auffangung und Benutzung der Gichtgase.* — Bei Holzkohlenhohöfen ist, nach *Mayrhofer*, Folgendes zu berücksichtigen:

a) Die Gasfänger sollen nie in einer Höhe angelegt werden, in welcher die Beschickung den grössten Theil ihres Wassers abgiebt, nämlich da, wo bei zinkischen Erzen sich der Zinkschwamm ringförmig absetzt, sondern etwas höher oder tiefer.

b) Werden die Gase sehr tief im Schachte aufgefangen, dann wird die nöthige Vorbereitung der Erze, die durch die aufsteigenden Gase bewirkt wird, gestört, wodurch ein unregelmässiger, sich dem Rohgang nähernder Gang entsteht. Bringt man bei so tiefliegenden Gasfängern weniger als 4 symmetrisch vertheilte Züge an, dann ist ein unregelmässiger Gang unvermeidlich.

c) Weniger stört man den Ofengang, wenn man die Gase so tief unter der Gicht abfängt, dass die Materialien der Gicht, beim niedrigsten Stande, die rings um die Schachtwand vertheilten 2 oder 3 Gasfänger noch etwa $^3/_4$ bis 1 Fuss bedecken. In einer so geringen Tiefe schadet ein Seitwärtsziehen der Gase dem Ofengange nicht, wenigstens nicht merklich, aber es tritt ein anderer Nachtheil ein. An jenen Stellen nämlich, wo die Gasfänger angebracht sind, geht bei hinreichendem Abzuge der Gase nicht nur keine Gichtflamme hervor, sondern es streicht noch atmosphärische Luft von aussen durch die Gichten und verbrennt so viel Kohle, dass es fühlbar wird und einen Theil der durch Benutzung der Gase erlangten Vortheile wieder aufhebt.

d) Sorgt man dafür, dass die Gase nach ihrer Benutzung von einer Esse angezogen werden, so kann man die Gasfänger *über*

der Gicht anbringen. Bei einer solchen Einrichtung ist die Auffangung des Gases in keinerlei Weise dem Hohofenbetriebe nachtheilig.

e) Setzt man in die Gicht einen gusseisernen Cylnder ein, so entsteht zwischen dessen Aussenfläche und der Wand des kegelförmigen Schachtes ein ringförmiger Raum, in welchem sich die Gase sammeln, die alsdann abgeleitet werden. Allein auch hierbei treten mehrere Nachtheile ein, denn lässt man den Cylinder zu tief in den Schacht treten, so erhält man schlechte Gase, und reicht er nicht tief genug, so entsteht Zug von oben und Kohlenverbrand.

f) Setzt man 3 bis $3^1/_2$ Fuss tief unter der Gicht einen der Schachtform angemessenen, 2 bis $2^1/_2$ Fuss breiten Ring ein, der mit nach innen aufwärts stehenden Löchern versehen ist und ringsumher einen Gasfänger hat, so erhält man eine sehr zweckmässige Einrichtung.

g) Die Wirkung der hochliegenden Gasfänger erhöht man noch dadurch, dass man die Gichtöffnung, wenn nicht aufgegeben wird, mit einem Deckel verschliesst, der eine sehr verschiedenartige Einrichtung haben kann.

h) Müssen die Gase zu ihrer Benutzung bis zur Hüttensohle herabgeführt werden, so fängt man sie 12 bis 15 Fuss unter der Gichtöffnung ab und verbrennt dieselben mit erhitzter Gebläseluft. Die aus der Nähe der Gicht abgeleiteten und auch nicht weit von derselben benutzten Gase, lässt man nur mit eingeführter atmosphärischer Luft verbrennen.

i) Die Gase reichen zur Feuerung der Gebläsedampfmaschine und zur Erwärmung der Gebläseluft bis auf 250 bis 300 ^{0} R. vollkommen hin. — Hat man aus den Dimensionen des Ofens und aus der Gattung des Brennmaterials etc. die Anzahl der nöthigen Pferdekräfte ausgemittelt, die wir mit N bezeichnen, so ist die Querschnittsfläche der zum Dampfkessel führenden Gasfänger in Quadratfussen $= \frac{N}{8}$ und die Grösse der Feueroberfläche des Dampfkessels im Minimum $= 15$ N; sie muss fast noch einmal so gross sein, als die bei Dampfkesseln mit besonderer Feuerung. Auch zur Eisensteinröstung können, wie wir weiter oben sahen, die Gichtgase sehr zweckmässig verwendet werden.

k) Sobald der Hohofenbetrieb in Unordnung, besonders aber, wenn er in Rohgang geräth, verlieren die Gase durch Kohlensäuregehalt an Wirksamkeit. Aus diesem Grunde müssen die Dampfkessel- und Winderhitzungsapparate mit Feuerungsvorrichtungen versehen sein, um diese alsdann anzuwenden, wenn die Gase nicht mehr hinreichen.

Diese hier aufgeführten Beobachtungen sind, wie schon bemerkt, von Herrn *von Mayrhofer* bei Holzkohlenhohöfen angestellt worden, und es hat sich ausser dem schon Gesagten für Dampfmaschinen von 3 bis 4 Atmosphärendruck noch Folgendes herausgestellt: Ist die Anzahl der in einer Stunde verbrannten Kubikfusse weicher Kohle $=$ M, dann ist beim besten Betriebe die

Anzahl der Pferdekräfte, welche mit den Gichtgasen erzeugt werden kann, ebenfalls M; in gewöhnlichen Fällen aber nur $= \frac{2\ M}{3}$ und im schlimmsten Falle noch immer $= \frac{M}{2}$. Wird der Hohofen mit Kohlen aus Buchen- und anderen harten Hölzern betrieben und in einer Stunde M Kubikfuss verbrannt, dann ist beim besten Betriebe die Anzahl der Pferdekräfte, welche mit den Gasen erzeugt werden kann, = 1,3 M', in gewöhnlichen Fällen aber nur = 0,9 M' und im schlimmsten Falle noch immer = 0,7 M'. Für Koaks liegen eben so wenig Erfahrungen vor, wie für rohe Steinkohlen und Anthracit, nur weiss man so viel, dass die Gase von Koakshohöfen weniger wirksam sind, die Gase aus Steinkohlen- und Anthracit-Hohöfen aber gleiche Wirkung haben dürften, wie die aus den Holzkohlenhohöfen. — Richtet man sich aber nach dem Tragverhältnisse, so verhält sich das der reinen Koaks zu dem der weichen Holzkohlen wie 3 zu 4, und es sind die Koaks $3^1/_4$ bis 4 Mal so schwer als weiche Holzkohlen. Es wäre somit anzunehmen, dass wenn M'' Kubikfuss Koaks in einer Stunde verbrannt werden, beim besten Betrieb die Anzahl der Pferdekräfte, welche erzeugt werden kann, = 2,6 M'', in gewöhnlichen Fällen aber nur = 1,7 M'' und im schlimmsten Falle noch immer = 1,3 M'' ist.

Bedenkt man, dass nur die Hälfte des in den Hohöfen verwendeten Brennmaterials als Kohlenoxydgas entweicht, diese Hälfte aber mit vielen unverbrennbaren Gasen verunreinigt ist, auch nicht vollständig aufgefangen werden kann, und man dennoch mit diesen Gasen so viel erreicht, als wenn man dieselbe Quantität Kohlen, die in die Hohöfen gelangt, in einer besondern Heizung zu der Dampfmaschine allein verwenden würde, so stellt sich die Wichtigkeit der Gasfeuerung klar heraus, und es ist nicht genug zu empfehlen, kein Mittel unbeachtet zu lassen, die Brennmaterialien in Gasform zu verwandeln und erst dann in Anwendung zu bringen.

Die von dem Engländer *Blackwell* (Dingler's polytechnisches Journal, Bd. 127, S. 261 ff.) über die Benutzung der Gichtgase aus Koaks- und Steinkohlenhohöfen erlangten Resultate sind folgende:

a) Die aus der Gicht entweichenden Gase können mit grossem Nutzen zur Dampferzeugung, zur Erhitzung der Gebläseluft, zum Rösten etc. verwendet werden.

b) Man muss sie so auffangen, dass sie sich, ehe sie zu dem Punkte gelangen, an welchem sie benutzt werden sollen, nicht mit atmosphärischer Luft vermischen.

c) Es kann dies auf zweierlei Wegen bewirkt werden, entweder indem man die Ableitungscanäle tief genug unter die Oberfläche der Schmelzmaterialien anbringt, oder indem man die Gicht gänzlich verschliesst.

d) Der erstere Weg muss dann eingeschlagen werden, wenn man graues Roheisen erzeugen will, allein es muss dann mit dem

Ofen, in dem man die Gase verbrennt, eine hinlänglich stark ziehende Esse verbunden werden. Bei der Erzeugung von weissem Roheisen kann die Gicht verschlossen sein.

e) Die aufgefangenen Gase können auf jede, mit dem Zuge in Verhältniss stehende Länge fortgeleitet werden, ohne dass sie von ihrer Heizkraft auf andere Weise als durch Strahlung verlieren. Jedoch muss man sie erst da mit atmosphärischer Luft vermischen, wo sie verbrannt werden sollen.

f) Die Gichten der mit Steinkohlen oder Koaks betriebenen Hohöfen, deren Gase man benutzen will, dürfen nie engere Gichten als 8 Fuss haben; am zweckmässigsten ist eine Weite von 9 bis 10 Fuss.

g) Was nun die Vortheile der Benutzung der Gase betrifft, so sind sie nur da bemerkenswerth, wo man backende Kohlen hat und die Staubkohlen verkoakt werden können. Wo man aber nicht backende oder magere Steinkohlen zum Betriebe hat, deren Kohlenkleie sich nicht verkoaken lässt, da kann dieses werthlose Brennmaterial zur Feuerung der Dampfkessel, Lufterhitzungsapparate, zur Röstung etc. benutzt werden.

57. *Ein zu kalter Gang des Ofens* kann aus unzähligen verschiedenen Ursachen stattfinden: hier sollen aber nur die öfter vorkommenden Erscheinungen aufgezählt werden. Durch nasse, mulmige Erze, ersoffenes Brennmaterial und zufällig oder geflissentlich eingeführte Wasserdämpfe, so wie durch eintretenden Mangel an Betriebskraft zum Gebläse, wird der Ofen nach und nach so abgekühlt, dass die Gichten nicht mehr regelmässig und viel zu langsam niedergehen, und eine schwarze rohe, mitunter jedoch selten eine zähe übergare Schlacke entsteht. Ist Nässe die Ursache des kalten Ganges, dann ist das Roheisen immer weiss und bei zu schwachem Winde in der Regel grau. Bei Nässe ist die Gichtenflamme immer roth, und bei schwachem Winde in der Regel grau. Bei Nässe ist die Gichtenflamme immer roth, und bei schwachem Winde mehr weiss mit blauen Rändern, die aber nach und nach ebenfalls roth werden. Im ersten Falle ist die Verbrennung unvollkommen und im zweiten zu langsam, wodurch sie nach und nach unvollkommen wird, aber Anfangs die Kohlenoxydgasbildung begünstigt. Meistens ist die rothe Gichtflamme ein Zeichen, dass die vollkommene Verbrennung in der Formgegend gestört ist; jedoch giebt es auch unbekannte Ursachen, die vorübergehend eine rothe Gichtflamme, unbeschadet des Ofenganges, bedingen, somit ist die rothe Farbe der Gichtenflamme kein sicheres Zeichen eines zu kalten Ofens. Die Schlacke ist aber ein ganz sicheres Zeichen eines kalten Ofenganges, und zwar unter folgenden Umständen. Beim guten Gang des Ofens, es mag weiss oder grau geblasen werden, ist die Schlacke verglast, und wenn ein kalter Gang des Ofens bei noch *niedrig* stehendem Schmelzraume eintritt, wird sie am Bruche mehr oder weniger erdartig; ist aber mit der Abkühlung ein *Höhersteigen* des Schmelzraumes verbunden, dann wird die Schlacke nicht mehr erdartig,

sondern bleibt glasig, aber die Farbe bekommt einen Stich in die Bronzefarbe und tritt mit einem eigenthümlichen flitterigen Glanze auf, der dem geübten Auge schon von ferne auffällt. Dieser Bronzefarbe mischt sich so lange mehr und mehr Schwarz bei, bis eine vollständige Rohschlacke zum Vorschein kommt.

Führt man in einen sehr hitzig gehenden Ofen Wasserdämpfe in geringer Menge ein, dann ist, so lange die Hitze vorwaltend ist, der Ofengang ausgezeichnet schön; die sonst *nicht ganz* zur Reduction gelangenden schwer reducirbaren Erze reduciren sich vollkommen, und die sonst stark tingirte Schlacke wird, in dünne Blätter ausgezogen, so hell wie Wasser, das etwas durch Seife getrübt ist. Diese sehr erfreuliche Erscheinung nimmt nach einer Zeit wieder beiläufig in dem Verhältnisse ab, wie sie früher zugenommen hat, und dann treten alle Anzeigen eines durch nasse Materialien zu kalten Ofens ein. So wohlthätig die Wasserdämpfe auf die Reduction der strengreducirbaren Erze einwirken, so sind sie doch nicht anwendbar, weil nur ein sehr geringer Theil davon zersetzt wird, und die übrigen wie permanente Gase wirken, die immer mehr Hitze binden, je expansibler sie werden.

Mittel. Wenn sich dieser Ofengang durch die erdartige Schlacke zu erkennen giebt, ist es zureichend, dass man das Gebläse etwas stärker gehen lässt; ist aber die Abkühlung durch die bronzefarbene, nach und nach schwarz werdende Schlacke zu erkennen, dann ist es selten, dass man blos mit einem etwas stärkern Winde ausreicht, denn meistens muss man vom Satze abbrechen. Sind die Versetzungen häufig und muss die Schlacke hervorgeholt werden, dann muss man mit dem Winde nachlassen, um die vor der Form sich anhäufende Schlacke nicht kalt zu blasen. Wird bei diesem Verfahren die Gichtflamme zu matt und der Blick in die Form roth, so wird die Kohle unvollständig verbrannt, was einen zu grossen, aber sehr matten Schmelzraum herbeiführt. Um dieses Uebel zu heben, legt man engere Düsen ein, um den Wind mehr gepresst in den Ofen zu führen, wodurch sich der Gang meistens augenblicklich ändert. Ist mit dem Gebläse irgend ein Unfall, der dessen vollen Betrieb hindert, vorgekommen, dann wird der Ofen, vorausgesetzt, dass er im guten Betriebe war, durch einige Tage immer garer gehen, er nimmt einen hohen Erzsatz an und giebt eine zähe, beim Begiessen mit Wasser sich aufblähende, sonst aber specifisch schwere Schlacke und festes graues oder gar schaumiges Roheisen mit grösserm oder kleinerm Ausbringen, als es der Natur der Erze zukommt. Darauf wird aber der Betrieb immer schwieriger, und bei hohem Grad des Uebels ist nicht anders zu helfen, als durch Verminderung des Erzsatzes auf beiläufig $\frac{1}{3}$. Rücken die kleinen Erzgichten in das Gestelle, so lösen sie die Versetzungen, die eine schwarze, mehr glasige, oft sehr dünnflüssige Schlacke geben, auf. So kleine Gichten giebt man nur 4 bis 6, und dann wird fortwährend mit dem Satze gestiegen, so dass man beiläufig in 48 Stunden wieder den normalen Satz hat.

Das Steigen mit dem Erzsatz soll immer nur in kleinen

Quantitäten geschehen, damit keine sprungweise Abkühlung des Ofens stattfinde. Ist das Gewicht des Kohlensatzes = A, so ist die kleinste Quantität, mit der man jedesmal mit dem Satze steigen soll, = 0,03 A und die grösste = 0,05 A. Bei einem so kleinen Steigungsverhältniss steigt man bei jeder Gicht, bis man dem normalen Satze nahe kommt, und man erreicht dadurch den höchstmöglichen Satz in $^1/_3$ der Zeit im Vergleich zu jenen Fällen, wo man ein grosses Steigungsverhältniss annimmt und beinahe bei jeder Satzerhöhung warten muss, bis die schwereren Gichten vor die Form kommen. Muss aber vom Satze abgebrochen werden, so soll dieses in den meisten Fällen mit *einem* Male geschehen, und die Abnahme soll eher zu gross als zu klein sein.

Ist das Gebläse so beschädigt, dass es zu wenig wirksam ist, die Beschickung von gewöhnlicher Flüssigkeit, selbst unter allen Vorsichtsmaassregeln, zu verblasen, dann muss man sehr leichtflüssig beschicken und mit dem Satze ungefähr auf $^3/_4$ der normalen Höhe stehen bleiben; aber nur mit einer sehr leichtflüssigen Beschickung darf man es wagen, einen so niedrigen Satz zu führen, denn bei einer mehr strengflüssigen würde ein übergarer Gang entstehen. Ist das Gebläse schon so schlecht, dass auch dieser Satz zu gross ist, um bis zur Beendigung der Reparatur oder bis zur Vermehrung des Aufschlagwassers etc. warten zu können, dann ist es angezeigt, den Ofen nur mit leeren Kohlengichten zu begichten, die Erzgichten abzublasen und dann den Ofen zu dämpfen, weil eine gut gehaltene Dämpfung nicht viel kostet, hingegen ein so kohlenfressender Betrieb ungeheuren Schaden bringt.

Wenn vorauszusehen ist, dass der Ofen länger als eine Woche gedämpft bleiben muss, dann wird er mit leeren Kohlen ganz gefüllt und *fest verschlossen.* Die Kohlen, die nach und nach verbrennen, werden nicht eher ersetzt, als bis wenigstens der halbe Ofen leer ist. Ferner wird beim Nachfüllen auch die Zeit berücksichtigt, in welcher der Ofen wieder angeblasen werden kann, damit er, sobald die ersten Erzgichten gegeben werden, nur $^1/_4$ bis $^1/_3$ gefüllt ist, weil die übrige Kohle nur unnütz verbrannt werden würde. Es ist durchaus nicht nöthig, zu den ersteren Gichten eine andere Möllerung einzurichten, als diejenige, womit der Ofen sonst in gutem Betriebe war. Die erste Erzgicht nach der Dämpfung nimmt man nahe $= \frac{A}{2}$, und steigt Gicht für Gicht in dem eben angegebenen Verhältnisse bis auf $^3/_4$ des normalen Satzes. Hat man $^3/_4$ des normalen Satzes erreicht, so wird in 24 Stunden nur 3 bis 4 Mal mit dem Satze gestiegen, bis der volle Satz erreicht ist. Bei diesem Verfahren ist der Betrieb in 3 Mal 24 Stunden ziemlich in Ordnung, und es ist möglichst wenig Kohle verbraucht.

58. *Ein zu hitziger Gang des Ofens.* Hierbei ist die Schlacke sehr gar, licht und zähe und bei dem beinahe gänzlichen Mangel an Eisen (etwas Eisen enthält jede Hohofenschlacke), selbst bei

einer leichtflüssigen Beschickung sehr strengflüssig, nur sind bei einer leichtflüssigen Beschickung keine gefährlichen Versetzungen zu befürchten. Diese eisenfreie, strengflüssige Schlacke bildet in allen Theilen des Ofens Versetzungen, und jene vor der Form blasen sich leicht kalt und werden fast undurchdringlich. Nehmen die Versetzungen überhand, dann sperren sie dem Winde den freien Durchzug, er verschlägt sich und prallt zurück, und der Ofen erstickt. Vor dem Ersticken bestehen die hervorgeholten Schlackenklumpen aus einem Gemenge von schwarzer und leichter zäher Schlacke, als ob beide Gattungen unter einander geknetet wären. Die meisten Oefen grösserer Gattung, die bisher erstickt sind, haben ihren Tod diesem Gangverhältnisse zu danken, weil man oft der Meinung war, wenn dem Ofen etwas fehlt, müsse vom Satze abgebrochen werden, und durch diese unrichtig angebrachte Hungerkur wurde der zu hitzige Gang herbeigeführt und der Ofen erstickt, was bei strengflüssigen Erzen leicht geschah.

Die zähe Schlacke kommt manchmal sichtbar über der Form durch das Anprallen des Windes in eine vibrirende Bewegung; findet dabei der Wind gerade nur so viel Widerstand, dass ein kleiner Theil desselben an einem bestimmten Punkte auffällt und wieder zurückgeht, so entstehen, von einem gewissen Grundton ausgehend, harmonisch abwechselnde flötenartige Töne in Octaven, Septimen, Quinten, grossen Terzen und Secunden durch mehrere Octaven. Diese Töne stimmen mit den Flageolet-Tönen überein, die an den Saiteninstrumenten durch Berührung der Schwingungsknoten hervorgebracht werden können; somit hat auch der Hohöfner seine Harmonika, nur klingt sie nicht immer unter erfreulichen Verhältnissen.

Mittel. Man lege grössere Düsen ein und lasse das Gebläse nach; durch den weniger gepressten und in geringerer Menge dem Ofen zugeführten Wind breitet sich der Schmelzraum aus, was eine Verminderung der Temperatur nach wenigen Minuten nach sich zieht; aber dieses Mittel lässt sich bei strengreducirbaren Erzen nicht anwenden, weil diese bei einem ausgebreiteten Schmelzraum zum Theil früher schmelzen als sich reduciren, wodurch ein grosser Erz- und Kohlenverbrauch und meist ein weisses oder gar mattes Eisen entsteht. Darf man aus den eben erklärten Ursachen den schwachen Wind nicht anwenden, dann bricht man von dem Erzsatz ungefähr 30 Proc. ab und giebt 50 Proc. Flussmittel (Hohofenschlacke, leichtflüssige Silicate) hinzu, so dass der Satz, der nun aus einer sehr leichtflüssigen Beschickung besteht, um 20 bis 25 Proc. schwerer ist, und bläst ihn möglichst rasch durch. Wie die leichtflüssige Beschickung ins Gestelle einrückt, ändert sich der Gang augenblicklich, aber es rücken auch die vorher auf der Rast gebildeten Versetzungen nach, welche eine schwarze, meistens etwas glasige, aber immer dünnflüssige Schlacke geben. Diese Abrutschungen schmelzen beinahe nie ganz über der Form, sondern ein Theil davon geht ungeschmolzen in den Eisenkasten und löst sich erst im Eisen auf, wodurch es starksprühend und dick-

flüssig wird; um nun diesen Uebelstand möglichst zu vermeiden, muss man, sobald sich eine schwarze Schlacke zeigt, mit dem Gebläse so lange nachlassen, bis man sieht, dass die Schlacke ihre gehörige Farbe und Consistenz angenommen hat. Gehen bedeutende Versetzungen los, dann rollen die Erzgichten, sich seitwärts schiebend, in die leeren Räume, und es ist dann gewöhnlich, dass eine Menge Erzstufen und Kohlenstücke mit der häufigen Schlacke hervorsprudeln.

Die zähe Schlacke, die bei diesem Gange fällt, soll gepocht oder eingemöllert werden, weil sie das meiste Eisen, das in den Eisenkasten hätte durchsickern sollen, in Tropfen von der Grösse eines Mohnkornes bis zu der einer Erbse in sich eingewickelt enthält.

59. *Unrichtige Lage des Bodensteines.* In den früheren, kohlenreichen Zeiten wurde bei den Hohöfen mit geschlossener Brust (Blauöfen) der Bodenstein gegen die Rückseite geneigt gelegt, damit das Roheisen nie ganz abgelassen werden konnte, um, wie man zu sagen pflegte, auf der Lacke zu schmelzen, wodurch das Roheisen, selbst bei etwas frischerem Gange des Ofens, mehr luckig wurde, weil das in der Lacke zurückgebliebene Roheisen stark abgeblasen und somit ganz dick wurde. Dieses matte Roheisen wurde vom nachfolgenden aufgenommen, und so musste ein sehr luckiges Roheisen zum Vorschein kommen, welches von den steyrischen Hammergewerken sehr gesucht wurde. Denselben Zweck erreicht man beim Roheisen auf eine viel wirthschaftlichere Weise, wenn man den Satz gehörig hoch führt. Uebrigens hatte das Schmelzen auf der Lacke zur Folge, dass, wenn zufällig ein Rohgang eintrat, das Roheisen im Herde stark sitzen blieb und oft nur mit Mühe und Schaden herausgeschafft werden konnte.

60 *Ein zu niedriges Untergestelle.* Ausserdem, dass bei einem zu niedrigen Untergestelle zu wenig Eisen gehalten werden kann, hat es mit dem Schmelzen auf der Lacke ähnliche Nachtheile.

Mittel. Zeigt sich dieser Zustellungsfehler, dann muss man sehr vorsichtig sein, dass nicht einmal eine beträchtliche Menge Eisen am Boden sitzen bleibt, indem man das einmal sitzen gebliebene Eisen, wegen der so häufigen Berührung mit dem Winde, nur mit vieler Mühe und immer erst nach mehreren Wochen gänzlich losbringt. Den Eisenkasten muss man so voll als möglich halten, d. h. so selten als möglich abstechen und immer mehr hitzig als kalt schmelzen.

61. *Ein zu hohes Untergestelle* kommt, besonders beim Grauschmelzen, nicht leicht vor, indem bei einer Untergestellhöhe von 3 Fuss sich der Bodenstein und der Vorherd noch recht gut auswärmen; nur dann, wenn das Brennmaterial viel Lösche giebt, häuft sich diese im Untergestelle in zu grossen Massen an, kühlt den Vorherd ab und veranlasst unangenehme Versetzungen.

Mittel. Ein in Lösche zerfallendes Brennmaterial muss vermieden werden; auch der stark mit Schweisssand untermischte Walzensinter von den grossen Walzwerken darf nicht genommen

werden, weil der Quarzsand nicht schmilzt, sondern sich als ein schwarzes Pulver im Untergestelle ansammelt, und den Vorherd abkühlt.

Die Höhen der Untergestelle bei den verschiedenen Oefen variiren von 15 bis 30 Zoll, und werden gewöhnlich zwischen 17 und 24 Zoll gemacht.

62. *Ein zu hohes Obergestelle* bewirkt über der Form einen sehr concentrirten Hitzraum, und ist dabei die Windmasse gross und gepresst, so wird die Schlacke, die unter diesem Umstande sehr eisenfrei und steif ist, vor der Form kalt geblasen, wodurch sich das Obergestelle abkühlt und die Hitze in die Höhe jagt, worauf die Zeichen eines kalten Ganges eintreten. Auf eine sehr gare Schlacke folgt eine minder gare, oft gestreifte; je zäher die Schlacke ist, je mehr enthält sie Roheisenkügelchen, die durch die zähe Masse nicht durchsickern konnten; das Roheisen ist oft graphitisch und, wenn sich durch Versetzungen der Ofen abkühlt, weiss, welches zuweilen Zellen mit Graphitausscheidungen enthält. Die Zellen mit Graphitausscheidungen sind jedoch kein charakteristisches Kennzeichen dieses Gangverhältnisses, da sie sich weit häufiger an Roheisen vorfinden, das beim hitzigen Gang vom kleinen Erzsatz im mehr ausgebrannten Gestelle erblasen ist, und eine plötzliche Veränderung durch ein Abrutschen, Erzdurchrollen etc. erlitten hat; auch dann finden diese Graphitausscheidungen statt, wenn nicht graues, sondern nahezu Spiegeleisen erzeugt und in nasse Formen oder eiserne Schalen gegossen wird.

Mittel. Hat ein Ofen diesen Zustellungsfehler, dann kann er nur mit schwachem Winde, aber hohem Erzsatze auf eine kleine Pruduction betrieben werden. Leere Kohlengichten werden dann erforderlich, wenn der Ofen durch ein Versehen kalt geblasen ist, und diesen lässt man eine sehr leichtflüssige Beschickung in ziemlich grossen Sätzen folgen.

63. *Ein zu niedriges Obergestelle* lässt die Hitze zu leicht nach oben ausbreiten, wodurch der Heizraum gross, aber zu matt wird. Selbst beim möglichst guten Gange ist die Schlacke auffallend schwer, selten schön glasig und noch seltener mit einem steinigen Kerne versehen; oft wird sie schwarz mit mehr oder weniger glasigem Ansehen; die Gichtflamme ist beinahe immer roth, und die Formen haben selten einen weissen Blick; der Schmelz ist nie fein, und je gröber dieser wird, je schwärzer ist die Schlacke. Es ist schwierig, schön graues Roheisen zu erhalten, und wenn man es auch erzwingt, so wird es doch gleich weiss, aber selten dickflüssig.

Mittel. Es ist nicht leicht lohnend, einen Ofen mit diesem Fehler lange zu betreiben, man thut daher wohl, wenn man ihn niederbläst, um durch eine neue Zustellung diesem Uebel abzuhelfen; bestimmen aber Umstände, einen solchen Ofen im Betriebe zu erhalten, dann nehme man die leichtest reducirbaren Erze, beschicke sie leichtflüssig, und blase mit wenig aber gepresstem Winde. Sind die Erze streng reducirbar, dann darf man nicht gar

zu leichtflüssig beschicken und das Gebläse muss noch langsamer gehen, um den Gichtenwechsel möglichst zu verzögern, damit die strengreducirbaren Erze dem Einflusse der reducirenden Kohle und Hitze länger ausgesetzt bleiben.

Bei der Ausmittelung der Höhe des Obergestelles, nämlich: der Höhe von der Formbank oder dem Formsteine bis zum Anfang der Rast ist die Schmelzbarkeit und Reducirbarkeit der Erze und die beabsichtigte Eigenschaft des zu erzeugenden Roheisens zu berücksichtigen, und zwar, je strengflüssiger und strengreducirbarer die Erze sind und je grauer das Roheisen werden soll, desto höher muss das Obergestelle gemacht werden; je leichtflüssiger dagegen und leicht reducirbarer die Erze sind und je weisser das Roheisen werden soll, desto niedriger muss das Obergestelle sein, und kann unter den günstigsten Umständen ganz fehlen. Leider sind die wenigsten Werke in der Lage, ein Obergestelle ohne Nachtheil des Betriebes entbehren zu können, sondern man ist, je nach Umständen, gezwungen, ein Obergestelle von $3^1/_2$ bis $5^1/_4$ Fuss Höhe zu machen. Die Höhe des Gestelles ist die einflussreichste Dimension für den Gang des Ofens, was schon daraus hervorgeht, dass den verschiedenartigsten Bedingungen durch einen Höhenunterschied von 2 Fuss vollkommen entsprochen wird.

64. *Ein zu weites Obergestelle.* Die Weite des Gestelles hat innerhalb der Grenzen weniger Zolle keinen Einfluss auf den Gang des Ofens; ist aber das Gestelle durch den Betrieb zu weit ausgeschmolzen, dann wird der Gang des Ofens unregelmässig. Bei sonst gleichen Verhältnissen der Materialien ist der Ofengang bald gar, bald roh und oft gemischt, so dass auf einer Form ein Roh- und auf der andern ein Gargang stattfindet, und man ist nicht im Stande, ein anderes als weisses Roheisen *anhaltend* zu erzeugen. Bis zu einer gewissen Grenze nimmt die Production mit dem Weiterwerden des Gestelles zu; wie aber diese Grenze, die durch Localverhältnisse bedingt wird, überschritten ist, wird der Ofengang derartig unregelmässig, dass die fortwährende Anwendung der nöthigen Hülfsmittel den Betrieb wesentlich verzögert und der Kohlenverbrauch empfindlich zunimmt. Ist ein Ofen gut angewärmt und angeblasen, und zeigen sich dennoch gleich in den ersten Wochen, bei sonst gut gehenden Materialien, ein ungleicher Ofengang oder Schwierigkeiten in der Erzielung eines schönen grauen Roheisens, dann ist das Gestelle zu weit zugestellt, d. h. die Formen stehen zu weit aus einander. Ist die Entfernung der Formen oder — was dasselbe ist — die Weite des Gestelles in der Formgegend ausgemittelt, dann darf diese Entfernung durch die ganze Campagne nicht mehr geändert werden, es mögen Formen gewechselt werden oder nicht.

Hat man in einem und demselben Ofen bald grau und bald weiss zu schmelzen, dann macht man die Weite des Obergestelles in der Formgegend veränderlich, nämlich: schmilzt man weiss, so zieht man die Formen weiter aus einander, und schmilzt man grau, dann fährt man damit weiter in den Ofen. Ist die Beschickung strengflüssig, wie es beim Grauschmelzen immer sein soll, dann

macht sich beim guten Gange das Gestelle ganz eng zusammen, und die Möglichkeit, beim Grauschmelzen das Gestelle verengen zu können, ist die Ursache, dass ein Hohofen beim Grauschmelzen eine längere Campagne aushält, als wenn sogleich weiss geschmolzen wird.

Mittel. Will das Grauschmelzen nicht gelingen, so fährt man mit den Formen weiter in den Ofen; dasselbe thut man auch, wenn der Gang des Ofens nicht anhaltend gleichmässig, zugleich aber das Gestelle noch nicht zu sehr ausgebrannt ist. Ist der Ofen zu sehr ausgebrannt, und kann man durch einen garen Gang das Gestelle nicht genug verengen, so muss niedergeblasen und neu zugestellt werden.

65. *Ein zu enges Obergestelle* gestattet Anfangs nur eine kleine Production, weil man nur eine kleine Windmenge in den Ofen lassen darf. Wenn auch die chemische Verbindung des Sauerstoffes mit dem Kohlenstoff, nämlich die Verbrennung, sehr rasch vor sich gehen kann, so ist es bei einem zu engen Gestelle doch nicht möglich, dass eine solche Menge Brennmaterial ins Gestelle einrückt, welche die Quantität Wind, die dem Ofen zugeführt wird, verbrauchen könnte; daher geht der nicht verbrauchte Wind in die Höhe und unterhält dort eine Verbrennung, wo sie dem Ofenbetriebe nicht angemessen ist. Je leichter die Erze reducirbar sind, je weniger entsteht eine schwarze Schlacke, aber immer werden die Gichten nur langsam ziehen, und bei schlechtem, weichem Brennmaterial ein unregelmässiger Gang des Ofens erfolgen. So wie sich das Gestelle nach und nach ausbrennt, wird der Betrieb lebhafter, bis er sich endlich von selbst herstellt. Mit dem Ausbrennen des Gestelles allein ist dem Uebel noch nicht abgeholfen, sondern man muss auch mit den Formen etwas, und zwar so lange zollweise zurücken, als sich die Production, mit Beibehaltung der beabsichtigten Qualität des Roheisens, vermehren lässt, und diese Entfernung der Formen ist diejenige, welche bei der nächsten Zustellung gewählt werden soll. Ist die Entfernung der Formen schon bei der Zustellung richtig gewählt, dann wird die Campagne auch länger dauern, weil unter diesen Umständen das Ausbrennen gleichförmiger geschieht, als wenn die Formen einander zu nahe gerückt sind.

Ist ein Gestelle auf *einer* Seite zu stark ausgebrannt, dann giebt man auf der ausgebrannten Seite das Formauge kleiner, als die Düsenmündung, wodurch sich Frischeisen ansetzt; auf der entgegengesetzten Seite aber giebt man einen schwächern Wind, und es wird dadurch bei einem *garen* Ofengange die Regelmässigkeit des Gestelles in einigen Tagen wieder hergestellt sein. Bei niedrigen Oefen und einer solchen Beschickung, die den Kalk nicht mehr gierig aufnimmt, z. B. bei kalkigen Erzen, giebt man an der ausgebrannten Seite auf der Gicht durch 3 bis 4 auf einander folgende Gichten Kalkstein auf, welcher durch seine übermässige Menge sehr strengflüssig wird, und im Herabziehen die ausgebrannten Löcher ausfüllt. Die Menge Kalk, die man hier anwendet, ist

beiläufig $^1/_3$ der Erzgicht, und von der Erzgicht bricht man so viel, besser etwas mehr, ab, als man Kalk genommen hat. Bei kleinen Oefen ist dieses Mittel anwendbar, abér je grösser die Dimensionen des Ofens sind, desto unsicherer ist der Erfolg.

Nach der Menge des Windes, die der Ofen bekommen soll, berechnet man sich die Düsenöffnungen, durch welche der Wind dem Ofen zugeführt wird. Setzt man den Durchmesser der Düsen in *Zollen* = d, so hat man annäherungsweise die Dimensionen für die Gestellweiten bei der Form in folgender Tabelle enthalten:

Beschaffenheit der Beschickung.	Zahl der Formen.		
	1	2	3
	Durchmesser eines runden Gestelles in der Formhöhe.		
	"	"	"
Bei einer leichtflüssigen und leichtreducirbaren Beschikkung auf weisses Roheisen	9 d	12,7 d	15,5 d
Bei einer strengflüssigen oder strengreducirbaren Beschikkung auf graues Roheisen	6 d	8,5 d	10,4 d

Macht man ein viereckiges Gestelle, so nimmt man den Querschnitt um $^1/_{10}$ bis $^2/_{10}$ grösser, als bei einem runden.

Das Gestelle macht man oben bei der Rast weiter, und man erhält eine gute Form, wenn man für strengflüssige oder strengreducirbare Erze die Wände gegen die Rast zu in demselben Winkel auseinanderlaufen lässt, wie die Wände des Schachtes von der Gicht gegen den Kohlensack auseinanderlaufen. Je leichtflüssiger und leichtreducirbarer die Erze sind, und je weisser das Roheisen werden soll, je mehr lässt man die Wände des Obergestelles gegen die Rast zu auseinanderlaufen, und im günstigsten Falle können sie so schief gestellt werden, dass die Rast sich ganz verliert, und man hat dann eine Zustellung *ohne* Rast.

66. *Bei einer zu steilen Rast* drücken die Gichten zu stark in das Gestelle, wodurch die Hitze sehr herabgedrückt und ein concentrirter Schmelzraum im Obergestelle nahe über der Form gebildet wird. Strengreducirbare Erze schmelzen, besonders wenn zugleich das Obergestelle niedrig ist, früher, als sie sich reduciren, und geben daher eine glasige, schwarze Schlacke, die sich beim

Begiessen mit Wasser etwas aufbläht. Auch wechselt die Schlacke häufig zwischen licht und schwarz, ohne dass sich Versetzungen bilden. Das Roheisen wird durch die schwarze Schlacke nicht leicht weiss, und bei der lichten ist es immer sehr grau. Die Formen leuchten in der Regel gut, nur kocht es gern, und die Gichtflamme ist bei der schwarzen Schlacke lebhafter als bei der lichten. Auch ereignet sich zuweilen ein Durchrollen der Erze, weil die Materialien in dem kleinen Schmelzraume, beim zufällig eintretenden raschen Gichtenwechsel, in der Quantität, wie sie anrücken, nicht verschmolzen werden können; es bleiben daher die Gichten stehen, worauf immer ein Hohlblasen und dann ein Springen derselben folgt.

Mittel. Man arbeite darauf hin, einen grossen und hitzigen Schmelzraum zu erhalten, und gebe zu dem Ende viel und gepressten Wind. Ist das Obergestelle hoch, dann schadet eine steile Rast nicht leicht, und man ist bei Erzen, die leicht auf der Rast hängen bleiben, genöthigt, die Rast steiler zu machen, als für das Brennmaterial angemessen ist; um aber in diesem Falle dem zu starken Andrängen der Gicht entgegenzuwirken, macht man ein höheres Obergestelle.

Wo die Erze sehr leicht reducirbar sind, und nicht auf ein sehr graues Gusseisen hingearbeitet wird, giebt man an manchen Orten den Holzkohlenöfen eine so steile Rast, dass sich das Obergestelle gänzlich verliert, d. h. man macht den Ofen ohne Obergestelle, wie wir bereits früher gesehen haben. Das Ende des Obergestelles, oder, wenn man dieses als eine Rast betrachtet, das Ende der Rast (der Kohlensack) liegt bei diesen Oefen ungefähr in der Höhe des ersten Drittels, und die Wände ziehen sich geradlinig bis zur Form oder gar bis zum Bodenstein herab. Hat man gutartige leichtreducirbare Erze zu verschmelzen, dann gewährt diese Construction die grösste Production beim möglichst kleinen Kohlensatz und möglichst kleinsten Kohlenverbrauch, weil hier die Gichten am regelmässigsten niedergehen, was das Durchrollen der Erze durch die schwarze Kohlenschicht verhindert, und die durch die Verbrennung der Kohle entwickelte Hitze, sobald sie im Bereich der Erstwirkung des Windes ankommt, auf die Erze schmelzend einwirkt.

Bei grösseren Kohlengichten, wie sie bei zu flachen Rasten gegeben werden müssen, verbrennt die zuerst in das Bereich der Verbrennung kommende Kohle, ohne dass sie durch die darüber liegende Kohlenschicht auf die Erze durchwirken kann, beinahe ohne Erfolg.

67. *Bei einer zu flachen Rast* bleiben die erweichten Erze leicht sitzen und bilden Versetzungen, die sich loslösen und wieder erzeugen. Diese Versetzungen sind bisweilen so stark, dass sie sich rings um die ganze Rast mehrere Fuss hoch aufbauen, und gleichsam ein neues erhöhtes Obergestelle bilden, das eine noch flachere Rast hat. Die Rast bildenden Versetzungen wachsen manchmal so eng zusammen, dass die Materialien nicht herab und

der Wind nicht hinauf kann. Die Gichten ziehen langsam und bleiben oft lange hängen, und dann erfolgt ein Sprung, der so gross sein kann, dass der Ofen bis zum sechsten Theile leer wird. Die Formen leuchten so lange gut, bis durch die Erhöhung und Verengung des Obergestelles die Hitze in die Höhe gezogen wird; die Schlacke ist bei leuchtenden Formen licht, und wird erst bei dunklen Formen matter und endlich schwarz; das Roheisen ist sehr grau und wird mit der Abnahme der Hitze in der Formgegend weisser und matter. Sobald die Abrutschungen eintreten, wird die Schlacke anhaltend schwarz und oft gar löcherig, jedoch hält die löcherige Textur nicht an. Mit dem Abrutschen der Versetzungen ist fast immer ein Durchrollen der Erze verbunden, welche das Roheisen weiss und, nach längerem Anhalten dieses Gangverhältnisses, matt machen; die Schlacke aber quillt bei starken Abrutschungen schwarz und kochend in grossen Massen hervor. Wird die Schlacke immer lichter und endlich sehr zähe und gar, dann sind keine Abrutschungen, wohl aber ein Ersticken des Ofens zu erwarten.

Mittel. Bei einer zu flachen Rast müssen grössere Kohlengichten genommen werden, als dem Brennmaterial entspricht, und das Gebläse darf nicht stark wirken, damit die Gichten möglichst gleichmässig niedergehen; auch muss der Wind hinreichende Pressung haben, um die Hitze möglichst tief zu erhalten, damit in den oberen Räumen keine Erweichung der Erze erfolge und sonach keine Veranlassung zu Versetzungen gegeben werde. Bei Versetzungen von leichtflüssiger Beschickung, die meist von dunkler Schlacke begleitet sind, helfen leere Kohlengichten am besten; rühren aber die Versetzungen von einer strengflüssigen Beschickung her, wobei die Schlacken immer zäher und garer werden, dann würde man durch leere Kohlengichten das Uebel nur verschlimmern; man nimmt in diesem Falle eine sehr leichtflüssige Beschickung und sucht so schnell als möglich auf kurze Zeit einen Rohgang zu erzwingen, damit sich der Ofen putzt. Kommen mit einem Male viel Schlacken heraus, so muss sehr schwach geblasen werden, damit die Gichten möglichst langsam ziehen, wodurch das Durchrollen der Erze zum grossen Theil verhütet wird.

Aus dem Gesagten erhellt zur Genüge, welchen Nachtheil eine zu flache Rast in Bezug auf die Production und den Kohlenverbrauch ausübt.

Annäherungsweise giebt nachstehende Formel die Neigung der Rast an, und sie ist in Graden ausgedrückt $= 40 + n$, wo n das Gewicht eines Kubikfusses Holzkohle oder Koaks bezeichnet.

Es ist allerdings richtig, dass der Neigungswinkel der Rast, unter sonst gleichen Umständen, von der Dichte des Brennmaterials allein abhängt, aber es darf nicht aus dem Auge gelassen werden, dass leichtflüssigere Erze eine steilere Rast erfordern, als strengflüssigere. Hat man Erze zu verschmelzen, die sich leicht erweichen und auf der Rast Versetzungen veranlassen, dann mache man die Rast um 6 bis 10 Grade steiler, als sie die Formel

angiebt, und mache anbei das Obergestelle etwas höher, wodurch zunächst der zu rasche Gichtenwechsel vermieden wird.

68. *Ein zu weiter Kohlensack* veranlasst dieselben Erscheinungen wie eine zu kleine Windmenge, und man kann nur bei einer sehr geringen Production einen leidlichen Ofengang erhalten.

Mittel. Der Kohlensack ist, ausser für sehr strengflüssige Erze, nur da zu gross, wo das Gebläse zu schwach ist. Will man aber den Kernschacht bei der nächsten Zustellung nicht erneuern, so mache man das Obergestelle um 12 bis 15 Zoll höher und auch etwas enger, und wird dadurch die Rast zu flach, so lege man den Kohlensack höher, wodurch er der Schachtform wegen von selbst etwas kleiner wird.

69. *Ein zu enger Kohlensack* ist der umgekehrte Fall des vorigen und findet dort statt, wo das Gebläse nicht vollständig benutzt werden kann. Dieser Fall kommt weit seltener vor, als der vorhergehende.

Ist die Windmenge, welche das Gebläse effectiv zu leisten vermag, gegeben und $= M$, dann findet man den kleinsten Durchmesser des Kohlensackes $= D$ aus der Gleichung

$$D^3 - 34\ D^2 = 0{,}91\ M$$

und den grössten aus

$$D^3 - 34\ D^2 = 1{,}287\ M.$$

Ist die Quantität Wind nicht beschränkt, aber die Quantität Roheisen, die in einer bestimmten Zeit erzeugt werden soll, gegeben, so suche man mittelst des Tragvermögens (8) die Menge reiner Kohle dem Gewichte nach, welche in einer Minute nöthig ist, um die gegebene Quantität Roheisen zu erzeugen, und setze sie $= K$, so hat man annäherungsweise die kalte Windmenge, welche das Gebläse in einer Minute effectiv zu liefern hat,

bei	weissem	Roheisen	von	leichtflüssiger	Beschickung	= 77 K,
„	„	„	„	strengflüssiger	„	= 100 K,
„	grauem	„	„	leichtflüssiger	„	= 125 K,
„	„	„	„	strengflüssiger	„	= 166 K,

und nun lässt sich dieser Fall auf jenen, wo die Windmenge, welche das Gebläse effectiv zu leisten vermag, gegeben ist, zurückführen, und man hat im ungünstigsten Falle

$$D^3 - 34\ D^2 = -\ 0{,}91 \times \begin{cases} 77\ K \\ 100\ K \\ 125\ K \\ 166\ K \end{cases}$$

und im günstigsten Falle

$$D^3 - 34\ D^2 = -\ 1{,}287 \times \begin{cases} 77\ K \\ 100\ K \\ 125\ K \\ 166\ K. \end{cases}$$

Ist die Kohle nicht rein, wie es bei Koaks beinahe immer der Fall ist, so muss der Aschengehalt berücksichtigt werden, weil dieser nicht als Kohle, sondern als Beschickung in Rechnung

gebracht werden muss. Z. B. man setzt auf 100 Pfd. 25 Proc. aschenhaltige Koaks 185 Pfd. Beschickung, so ist das Tragvermögen der reinen Kohle nicht 185, sondern 260. Man sieht hieraus, dass man den Aschengehalt des Brennmateriales kennen muss, um das Tragvermögen beurtheilen zu können, und, abgesehen von verschiedenen Betriebsnachtheilen, ist das aschenreiche Brennmaterial nicht blos um den Aschengehalt, sondern auch um jene Quantität Kohle weniger werth, die zum Verschmelzen des Aschengehaltes nothwendig ist.

Hat man den Kohlensackdurchmesser zu einem Koakshohofen auszumitteln, so verfährt man wie bei Holzkohlen, nur darf man bei einer allenfalls zu klein angenommenen Erzeugung den Kohlensackdurchmesser nicht unter 10 Fuss nehmen, wenn auch die Rechnung einen kleinern Durchmesser angiebt. Die Koakshohöfen sollen einen Kohlensackdurchmesser von 12 bis 18 Fuss haben.

70. *Eine zu grosse Höhe des Ofenschachtes.* Bei diesem Constructionsfehler wird die Schmelzsäule so drückend, dass sie dem Winde keinen ordentlichen Durchgang gestattet. Eine matte rothe Gichtflamme, häufiges Dunkelwerden der Formen, Versetzungen im Gestelle und auf der Rast, unregelmässiges Niedergehen der Gichten und häufig weisses mattes Roheisen sind die gewöhnlichen Erscheinungen.

Mittel. Ein grösserer Kohlensatz, als er sonst bei demselben Kohlensackdurchmesser und entsprechender Schachthöhe nöthig ist, keine mulmigen Erze, sondern Stufen, grobes Brennmaterial und gepressterer Wind. Muss man viel mulmige Erze und leicht zerreibliche Kohlen verarbeiten, so breitet man die Kohlen auf der Gicht gegen die Wände mehr aus, und häuft die Erze in der Mitte etwas auf, wodurch der Wind, freilich auf Kosten des Kohlenverbrauches, an den Schachtwänden leichter emporsteigt. Wenn auch der Ofenschacht zu hoch ist, so muss er wegen der nothwendigen gleichmässigen Behandlung der Erz- und Kohlengichten immer voll erhalten werden; würde man die Gichten um so viel niedriger halten, als der Ofen zu hoch ist, so wäre ein gleichmässiges Ausbreiten der Gichten und in Folge dessen ein regelmässiger Gang des Ofens unmöglich. Es ist unter allen Umständen eine streng zu beachtende Regel, dass der Ofen immer voll erhalten werden muss.

71. *Ein zu niedriger Ofenschacht* ist dadurch nachtheilig, dass die Erze einen zu kurzen Weg durchlaufen, um gehörig vorbereitet zu werden; der Wind findet so wenig Widerstand, dass er unvollständig verzehrt in die Höhe steigt, und in solcher Höhe eine Verbrennung hervorbringt, wo sie dem vortheilhaften Schmelzen hinderlich ist.

Die Gichtflamme ist sehr lebhaft und roth, der Gichtsand wird stark ausgeworfen, die Formen sind bald licht, bald etwas roth, ohne viel zu nasen, die Schlacke ist, besonders bei strengreducirbaren Erzen, meistens schwarz und glasig und das Roheisen weiss.

Mittel. Bei leicht zerreiblichem Brennmaterial und mulmigen Erzen ist ohnehin nur ein niedriger Ofenschacht anwendbar, aber bei harten Brennmaterialien und Stufferzen muss er hoch genug sein, um den Wind nicht unverrichteter Weise zur Gicht hinaus zu jagen. Man suche den Schmelzraum tief zu erhalten, was man durch mehr gepressten Wind aus engen Düsen bewerkstelligt. Je strengreducirbarer die Erze sind, desto strengflüssiger muss auch hier beschickt werden, doch kann man eine sehr strengflüssige Beschickung nur dann in so niedrigen Oefen verschmelzen, wenn das Obergestelle sehr eng und hoch zugestellt ist, was wieder eine sehr kleine Erzeugung bedingt. Bricht die Gichtflamme zu stark durch, dann häuft man die Kohlen in der Mitte etwas auf und schiebt die Erze mehr gegen die Schachtwände, wodurch dem Winde der zu leichte Durchzug zum Theil gesperrt wird.

Unter Ofenschacht wird hier blos der Theil des Ofens vom Kohlensacke bis zur Gicht verstanden.

Setzt man den beiläufigen Procentgehalt der mulmigen Schmelzmaterialien, der in der Beschickung enthalten ist, = w und das Gewicht eines Kubikfusses Brennmaterial = n, so ist annäherungsweise die Höhe des Schachtes vom Kohlensacke bis zur Gicht

$$= \frac{200 + 5\,n - w}{10}$$

72. *Eine zu weite Gicht.* Ist der Schacht gegen die Gicht zu wenig zusammengezogen, dann lockern sich die Gichten beim Niedergehen nicht genug auf, und der Wind kann die Schmelzsäule zu schwierig durchdringen, wobei dann der Ofen die Zeichen eines zu hohen Ofenschachtes giebt und auch so behandelt werden muss.

73. *Eine zu enge Gicht.* Ist der Schacht zu viel zusammengezogen, dann verschieben sich die Gichten durch zu starkes Ausbreiten nach unten so, dass der Gang unregelmässig ist und, bei sonst zweckmässiger Grösse der Kohlengicht, die Erze durchrollen. Die Schlacken sind abwechselnd gar und roh bei lebhafter Gichtflamme, die bald auf der einen und bald auf der andern Seite der Schachtwand hervorbricht; die Formen nasen häufig, und das Roheisen ist weiss. Um graues Roheisen zu erzeugen, braucht man namhaft mehr Kohlen, als bei einer richtigen Zusammenziehung des Schachtes. Es ist eine ausgemachte Thatsache, dass nach der Höhe des Obergestelles und der Lage der Rast die Zusammenziehung des Schachtes die empfindlichste Dimension des Ofens ist, und dennoch findet man nicht selten, dass die Weite der Gicht beinahe keiner Aufmerksamkeit unterzogen wird.

Mittel. Ein langsamer Betrieb des Ofens bei wenig, aber gepresstem Winde, und bei grösseren Kohlengichten, die aber nicht zu übermässig gross genommen werden dürfen, weil der Durchgang des Windes dadurch noch mehr befördert wird.

Es ist Regel, dass da, wo die Erze und Brennmaterialien von solcher Beschaffenheit sind, dass sie sich leicht zusammendrücken, sonach dem Wind den Durchgang zu sehr erschweren, eine

engere Gicht gewählt werden müsse, und umgekehrt. Sehr feste Stückkoaks mit reinen Stufferzen können in einem ganz gleichweiten, gerade niedergehenden Schacht recht gut verschmolzen werden, weil der Wind so locker liegende Materialien leicht genug durchstreichen kann.

Bei guten Holzkohlen oder Koaks und 20 bis 40 Proc. mulmiger Theile in der Beschickung macht man erfahrungsmässig den Schacht, vom Kohlensacke bis zur Gicht, auf jeden Fuss Höhe um 2 Zoll enger, woraus sich dann die Weite der Gicht von selbst ergiebt, und dieses Abnahmeverhältniss ist dasjenige, welches am meisten angewendet wird.

Bei guten Holzkohlen oder Koaks und Stufferzen ist das Abnahmeverhältniss auf jeden Fuss Höhe $1^1/_2$ bis $1^3/_4$ Zoll.

Bei 60 bis 80 Proc. mulmiger Theile in der Beschickung giebt man gegen 3 Zoll Verjüngung. Wird dieselbe $3^1/_2$ Zoll und darüber genommen, so werfen sich die Gichten so stark hin und her, dass der Betrieb unregelmässig wird.

Gebieten die Umstände, wie es häufig der Fall ist, bald viel, bald wenig mulmige Beschickung in einem und demselben Ofen zu verschmelzen, dann muss man den Mittelweg einschlagen, und dieser ist hier beiläufig 2 Zoll Verjüngung auf 1 Fuss Schachthöhe.

74. *Eine cylindrische Form der Gicht.* Wo die Hohofengase nahe unter der Gicht abgefangen werden, zieht man eine cylindrische Gicht einer konischen vor, weil bei ersterer die Erzgichten die Gasfänger besser verschliessen. Geht die cylindrische Form nur 2 bis 3 Fuss nieder, so schadet sie nicht viel, aber bei weiterem Hinabweichen wird der Schachtraum plötzlich so weit, dass ein häufiges Hin- und Herwerfen der Gichten nicht vermieden werden kann.

Mittel. Die Kohlengichten müssen grösser genommen werden, damit die Erzgichten auch bei den Seitenverschiebungen nachgetragen werden.

75. *Ein zu hoch liegender Tümpel.* Um beim Scharren mit den Brechstangen leichter zur Form zu gelangen, findet man, besonders bei Koakshohöfen, den Tümpel um $1^1/_2$ bis $2^1/_2$ Zoll höher gemacht, als die Formen liegen. Diese Lage des Tümpels gewährt allerdings bei Versetzungen eine leichtere Arbeit, aber es finden dabei folgende Nachtheile statt:

a) Bei einer hohen Lage des Tümpels ist seine untere Fläche grossentheils entblösst und sonach dem Abschmelzen in der Art ausgesetzt, dass die mühsame Arbeit des Tümpeleinsetzens sich häufig wiederholt.

b) Lässt ein hochliegender Tümpel viel Wärme durch, was einen etwas erhöhten Kohlenverbrauch bedingt.

c) Bei der hohen Lage des Tümpels verschlägt sich der Wind in den leeren Raum unter dem Tümpel, kühlt dort die Schlacken ab, und so entstehen Versetzungen, die beim Scharren losgebrochen werden müssen.

Es ist zweckmässig, den Tümpel, sei es bei einem Holz-

kohlen- oder Koakshohofen, immer um 3 bis 4 Zoll tiefer als die Formen zu legen, wodurch man, da hierbei die untere Fläche des Tümpels immer in die Schlacke eingetaucht ist, ein Auswechseln des Tümpels vermeidet.

Legt man hinwiederum den Tümpel um 6 bis 10 Zoll höher, als die Formlage, füllt den Raum zwischen Tümpel und Bodenstein nach jedem Scharren mit Lehm aus, und macht in diese Lehmverstopfung eine Oeffnung zum Hervorquellen der Schlacke, so wird die Hitze zwar zusammengehalten, aber der Tümpel bleibt in der Gestellgegend ganz frei, wodurch er bald zu Grunde geht.

Die Länge des Tümpels, d. i. die Dimension vom Gestelle bis zum Tümpeleisen, darf nie unter 24 Zoll sein, wo möglich aber 30 Zoll betragen.

76. *Ein zu tief liegender Tümpel* erschwert, besonders bei Koakshohöfen, das Ausräumen und Reinigen des Herdes, und man ist gezwungen, den Wallstein sehr niedrig zu halten, wodurch der Vortheil des niedrigen Tümpels wieder verloren geht.

77. *Ein zu hoch liegender Wallstein* erschwert den Schlackenabfluss, was besonders bei strengflüssigen Erzen fühlbar wird. An manchen Orten macht man bei Holzkohlenhohöfen, die mit mehr strengflüssigen Erzen begichtet werden, den Wallstein so hoch, oder etwas höher als die Formen, damit die Schlacke nicht abfliessen kann, sondern fortwährend kuchenweise abgehoben werden muss. Man wendet diese Construction an, um die Hitze besser zusammenzuhalten, was man aber besser durch einen tief liegenden Tümpel erreicht, wobei die Schlacke von selbst abfliesst, und der Brustarbeiter nicht so angestrengt wird.

78. *Ein zu tief liegender Wallstein.* Bei Koakshohöfen, wo der Vorherd wegen der starken Pressung des Windes fest verschlossen wird, ist eine zu geringe Höhe des Wallsteines nicht gleich so empfindlich wie bei Holzkohlenhohöfen, die wegen der Giesserei den Vorherd nicht verschlossen haben. Ist bei letzteren der Wallstein nur etwas zu tief, so entweicht der Wind unter dem Tümpel zum Vorherde heraus. — Bei jenen Hohöfen mit 2 Vorherden, wie sie in manchen Giessereien üblich sind, ist der Tümpel an der Abstichseite in gewöhnlicher Lage, aber an der entgegengesetzten, die als Schöpfherd dient, so niedrig eingesetzt, dass er nur 4 Zoll vom Boden absteht, und die beiden Wallsteine sind von gleicher Höhe. In grossen Giessereien, wo auf den Kohlenverbrauch weniger Rücksicht genommen wird, gewährt diese Construction viele Bequemlichkeiten.

79. *Zu weisses Roheisen.* Bei Hohöfen, die mit leichtflüssiger, etwas strengreducirbarer, sandiger Beschickung auf graues Eisen betrieben werden, ereignet es sich oft, dass sie ein Paar Tage bei anscheinend unveränderten Verhältnissen ein mehr oder weniger weisses Roheisen, oder wenigstens ein solches, welches sich leicht abschreckt, geben. — Die Ursache hiervon ist diese: Eine Beschickung von der eben beschriebenen Eigenschaft lässt sich nur bei **tief** stehendem Schmelzraum auf graues Roheisen verarbeiten; wenn

nun der Schmelzraum nur etwas steigt, was bei einem neu zugestellten Ofen seltener als bei einem mehr ausgebrannten vorkommt und durch unmerkliche Aenderungen in der Beschickung oder dem Brennmaterial herbeigeführt wird, dann schmelzen die Erze zu wenig vorbereitet, wobei sie nie ein gutes graues Roheisen geben. Tritt bei dieser Beschickung aus irgend einer Ursache ein anhaltender Rohgang ein, dann ist die Schlacke so fressend, dass das Obergestelle oben bei der Rast sehr angegriffen wird; und hat der Durchmesser des Obergestelles bei der Rast einmal eine gewisse Grenze überschritten, dann ist es nicht mehr vortheilhaft möglich, ohne besondere Abhülfe ein graues Roheisen zu erzeugen.

Mittel. Das zufällig eintretende Weisswerden des Roheisens beseitigt man durch Einlegen engerer Düsen, und wenn das Obergestelle durch einen Rohgang in dem obern Theile zu stark ausgeschmolzen ist, richte man eine strengflüssige basenreiche Beschickung ein, welche in etwa 8 Tagen das Gestelle wieder so verengt, dass grau geschmolzen werden kann. — Wird das Roheisen aus anderen Ursachen nicht grau, so findet man im Vorhergehenden hierüber die nöthigen Weisungen.

80. *Graphitisches Roheisen.* Erze, die geneigt sind, leicht ein weisses Roheisen zu geben, müssen bei einem Ofengange verschmolzen werden, der an der Grenze des Schaumes fortgeführt wird; nun aber ist es schwer, diesen Gang anhaltend gleichmässig fortzuführen, weil unter diesen Umständen bei den unbedeutendsten Veränderungen im Brennmateriale oder in der Möllerung das Roheisen entweder zu wenig grau oder schaumig wird, und letzteres Gangverhältniss tritt bei heissem Winde häufiger auf, als bei kaltem.

Mittel. Man lasse beim graphitischen Roheisen nur das Gebläse stärker wirken. Sind die Erze gut reducirbar, dann kann man mit Vortheil die Düsen vergrössern. Das Aufgeben solcher Materialien, die dem übergaren Gange hinderlich sind, wie z. B. rohe Erze, sehr leichtflüssige basenarme Beschickung, Begiessen der Erze vor dem Aufgeben auf die Gicht mit Wasser, Futtern oder Läutern des Roheisens im Eisenkasten etc. helfen auch, aber immer auf Kosten des Kohlenverbrauches und der Eisenqualität.

Der schaumige Gang artet sehr leicht in einen trockenen übergaren aus, und ist von den Hüttenleuten, die sich mit dem Winde nicht zu helfen wissen, sehr gefürchtet.

81. *Schlecht angewärmter Hohofen.* Wie beim Anwärmen des Ofens zu verfahren ist, muss als bekannt vorausgesetzt werden, und es ist nur zu bemerken, dass solche Oefen, deren Gestellwände sich wegen zu raschen Anwärmens ablösen, je nach dem Grade des Zustandes einen unregelmässigen Betrieb und eine viel zu kurze Campagne gewähren, weil die einmal eingeleiteten Ablösungen ohne besondere Hülfe so lange dauern, als ein Gestelle vorhanden ist.

Mittel. Bemerkt man, dass Stücke vom Gestelle losgehen, so muss man ungefähr 8 Tage streng und basenreich beschicken, und

es gelingt in günstigeren Fällen, das Gestelle in einen brauchbaren Zustand zu bringen.

82. *Schlecht angeblasener Hohofen.* Beinahe jeder Fehler, der beim Anblasen des Hohofens vorfällt, ruinirt das Gestelle auf *einer, selten auf zwei* Seiten, so dass die Gichten unregelmässig in das Gestelle einrücken, wodurch der Ofen nie den vollen Satz annehmen kann, oder es bilden sich durch zu spätes Windgeben Versetzungen, welche dieselben Folgen nach sich ziehen. Ist das Gestelle einseitig angegriffen, dann kommen losgehende Stücke zum Vorschein; sind aber Versetzungen auf der Rast, so kommt zeitweise eine dünnflüssige schwarze Schlacke von einer losgegangenen Versetzung hervor. Versetzungen, die sich beim Anblasen bilden, haben eine kalte Unterlage; geht nun eine solche Versetzung los, dann rückt jene Erzmasse, welche die Versetzung weggedrückt hat, an dieselbe Stelle, und es ist wieder eine Versetzung da, und so geht das unangenehme Spiel während der ganzen Campagne fort. Wird mit dem Satze zu langsam gestiegen, so entsteht ein übergarer Gang; wird dagegen zu rasch gestiegen, so kommt nach 6 bis 8 Stunden die erste Spur eines Rohganges, der das Gestelle sehr angreift. Ist der Ofen gut angewärmt, so nimmt er Anfangs scheinbar einen grössern Satz an; aber da nur die innere Schale des Ofens heiss ist, so ist bei der geringsten Uebersetzung die bevorrathete Wärme dem Ofen entzogen, und der dem neuen Gestelle sehr nachtheilige Rohgang muss eintreten. Es ist daher nothwendig, dass man die ersteren Tage eher ein etwas schaumiges als weisses Eisen erzeugt. Wo mit sehr niedriger Temperatur die Schmelzung gut vor sich geht, schadet eine kleine Uebersetzung wenig. Aus Diesem geht nun klar hervor, *dass jener Schmelzer oder Hohöfner, der bei einer neuen Zustellung nach 5 Tagen schon den vollen Satz hat, nach 5 Wochen gewiss einen kleinern, und nach 5 Monaten wahrscheinlich gar keinen mehr haben wird.*

Mittel. Bei einem beschädigten Gestelle giebt man mehrere Tage hindurch eine basenreiche strengflüssige Beschickung auf, die man sich leicht durch einen grossen Kalkzuschlag bereiten kann. Bei dieser Beschickung macht man den Satz eher zu klein, als zu gross, und sie bedarf einer hohen Temperatur, bei der die Ausfüllung des schadhaften Gestelles recht gut vor sich gehen kann. Dasselbe Mittel ist auch dann anzuwenden, wenn im Verlaufe der Campagne Gestellsteine oder Gestellmasse in Stücken losgeht.

Sind Versetzungen auf der Rast, so hat man, wie aus dem Vorhergehenden ersichtlich ist, mehrfache Mittel, sie loszubringen, aber man muss hier, da der Ofen noch nicht Hitze genug hat, vorsichtig zu Werke gehen. Man verfährt sehr sicher auf folgende Weise:

a) Sind die Versetzungen nur auf der Rast und haben sie sich nicht gegen die Form herabgezogen, dann hat es keine Gefahr, und man wartet, bis der Ofen Hitze genug hat.

b) Hat der Ofen Hitze genug, dann giebt man eine leichtflüssige, wo möglich basenreiche Beschickung so lange auf, bis

die Schlacke nicht mehr wechselt, denn so lange die Abrutschungen und Versetzungen fortgehen, ist die Schlacke nicht anhaltend von gleicher Farbe. In Ermangelung von zweckmässigen Zuschlägen zu einer leichtflüssigen Beschickung nimmt man Hohofenschlacke vom guten Gange zu 25 bis 30 Proc. in die Möllerung; aber man hüte sich vor einer basenarmen, leichtflüssigen Beschickung, weil diese das neue, noch zu wenig glasirte Gestelle stark angreift und zerstört.

c) Ist die Schlacke gleichbleibend, ohne übergar zu sein, dann geht man successive zur strengflüssigern Beschickung über und sorgt vom Anfange der Kur bis zu deren Beendigung durch enge Düsen und gepressten Wind für einen niedrig stehenden Schmelzpunkt.

d) Ist der Ofen zu spät, d. h. wenn schon viel Schlacke vorhanden war, angeblasen worden, so dass der Wind die Schlacke bei der Form nicht mehr durchdringen kann und die Versetzungen über der Form immer häufiger werden, dann bleibt Nichts übrig, als den Ofen auszuscharren und von Neuem anzulassen.

e) Beim zu späten Windgeben trifft es sich zuweilen, dass eine Form ziemlich frei bleibt, während die andere sich immer kalt bläst: — dann macht man die schwarze Form fest zu und bläst mit einer Form so lange, bis ein besserer Gang eintritt.

f) Ist keine Form frei, aber doch die Wahrscheinlichkeit vorhanden, dass man den Ofen niederblasen kann, so giebt man 2 oder 3 leere Kohlengichten, und darauf fängt man mit den Erzgichten wieder ganz von vorn an, d. h. man giebt wieder die allererste Gicht und steigt wie früher, und man kann sicher sein, dass, sobald die leeren Gichten vor die Form kommen, der Ofen in Ordnung kommen wird.

Herr *Mayrhofer* wendet beim Anlassen eines Holzkohlen- wie eines Koakshohofens folgendes Verfahren an: Die Grösse der Kohlen- oder Koaksgicht sei $= A$; der Durchmesser des Kohlensackes $= D$; das Gewicht eines Kubikfusses Brennmaterial $= n$, so ist

$$A = \frac{0{,}157\ D^2\ (n + 6)}{n},$$ wie (in 28) der Kohlensatz.

Nachdem der Ofen gut ausgewärmt ist, werden nach einander folgende Gichten gegeben:

1. Gicht $= \frac{An}{4}$ Hohofenschlacke und $\frac{An}{4}$ Kalkstein

2. Gicht	= 0,05 An	Von einer Beschickung, die aus einer solchen Möllerung besteht, wie sie beim gewöhnlichen Gange des Ofens in der frühern Campagne angewendet wurde, vermischt mit 25 bis 30 Proc. Hohofenschlacke, welche letztere im Nothfalle auch fehlen kann, aber gut ist, weil sie den Ofen glasirt.
3. ,,	= 0,10 An	
4. ,,	= 0,15 An	
5. ,,	= 0,20 An	
6. ,,	= 0,25 An	
7. ,,	= 0,30 An	
8. ,,	= 0,35 An	
9. ,,	= 0,40 An	
10. ,,	= 0,45 An	
11. ,,	= 0,50 An	

Nachdem der Satz die Hälfte des Kohlensatzes erreicht hat, wird nicht mehr mit jeder Gicht um 5 Proc. des Kohlensatzes gestiegen, sondern die Satzvermehrung findet dann nur alle 6, später alle 12 Stunden und endlich in noch grösseren Zwischenräumen statt. Oft ist es wegen der Gewichte unbequem, gerade immer um 5 Proc. des Kohlensatzes mit dem Erzsatze zu steigen; dann nimmt man etwas weniger, doch darf man nicht unter 3 Proc. und nie über 5 Proc. nehmen; aber man steigt jedes Mal bis 0,50 A, wo man aussetzt.

Sind bereits so viele Gichten im Ofen, dass nunmehr 5 bis 6 abgehen, um mit der ersten, aus Hohofenschlacken und Kalkstein bestehenden, vor die Form zu kommen, dann gebe man Wind und warte *nie*, bis der Schmelz oder die Erze beim Scharren im Gestelle sichtbar werden. Zuerst nimmt Herr *Mayrhofer* bei kleinen Holzkohlenhohöfen den Düsendurchmesser für 2 Formen und bei grossen Holzkohlen- und Koakshohöfen für 3 Formen, 18 Linien, und steigt mit der Weite der Düsen nach und nach bis zur gehörigen Grösse. Die anfängliche Pressung des Windes ist die Hälfte der gewöhnlichen.

83. *Eine zu grosse Production.* Hat man aus irgend einem Grunde den Ofen schwach zu betreiben, dann arbeite man mit einer, der Production entsprechenden, kleinen Windmenge; nur muss berücksichtigt werden, dass, je kleiner die Menge Wind ist, die dem Ofen unter dem Nennwerthe zugeführt wird, desto grösser die Pressung sein muss. — Es gehört sonach zu einer unter dem Nennwerthe stehenden Production ein der Pressung entsprechendes Gebläse. Kann man in diesem Falle die Pressung nicht namhaft erhöhen, so kann die Production nur auf Kosten des Kohlenverbrauches vermindert werden.

84. *Eine zu kleine Production.* — Zu einer grösstmöglichen Production sind folgende Dinge unbedingt nothwendig:

a) Zureichende Grösse des Hohofens aus feuerbeständigem Material.

b) Ein Gebläse, welches nicht nur die nöthige Menge Wind liefert, sondern auch eine zureichende Pressung aushält, und nicht häufigen Reparaturen unterliegt.

c) Die Erze müssen in Stufen gut vorbereitet, nicht zu strengflüssig und leichtreducirbar sein; die erdartigen Beimischungen müssen beim Schmelzen sich gut verbinden, und der Eisengehalt der Beschickung darf nicht viel unter 40 Proc. sein. Aus Diesem folgt, dass *alle Eisensilicate* ausgeschlossen bleiben müssen.

d) Wird der Hohofen mit Holzkohlen betrieben, so dürfen die Kohlen nur aus gesundem Holze erzeugt, und müssen wenigstens 2 Monate im Trockenen aufbewahrt gewesen sein. Ein kleiner Braschenzusatz schadet nicht leicht.

e) Beim Koakshohofenbetriebe sollen die Koaks höchstens 6 Proc. Aschengehalt haben. Mit 10 Proc. geht der Betrieb noch an, aber mit 20 Proc. ist er wirklich schlecht.

f) Das Personal darf nur von dem Manipulanten allein regiert

werden, und es unterliegt keinem Zweifel, dass die Arbeiten, seltene Fälle ausgenommen, mit der nöthigen Pünktlichkeit ausgeführt werden; ein Befehlen Mehrerer in *einer* Sache kann einem ordnungsmässigen Betriebe nur hinderlich sein.

Nur an wenigen Orten findet sich Alles vereinigt, was das Productionsquantum fördert, vielmehr hat man häufig mehrere Uebelstände zu bekämpfen, was jedoch die gute Sache wohl beeinträchtigen, aber nicht vereiteln kann, weil man selbst unter mancherlei misslichen Verhältnissen noch eine annehmbare Production zu erzielen im Stande ist.

Betriebs-Resultate und Erfahrungen über den Brennmaterial-Verbrauch bei verschiedenen Hohöfen.

Zur Roheisenproduction werden, wie wir bereits weiter oben sahen, *Holzkohle* (Schwarzkohle), *Koaks*, *Steinkohlen*, besonders *Sinterkohlen*, und *Anthracit* der Steinkohlen-Formation, *Rothkohle*, *gedarrtes* und *lufttrockenes Holz*, *Torf* und *Torfkohle* angewendet; mit *Braunkohlen* und Koaks daraus sind bis jetzt erst wenige Versuche angestellt.

Ueber die Menge der zur Darstellung eines gewissen Roheisenquantums erforderlichen Brennmaterialien lassen sich keine scharfen Regeln geben, weil eine und dieselbe Brennmaterial-Gattung auf verschiedenen Hüttenwerken oft von sehr abweichender Beschaffenheit ist. Der Grad der Verkohlung, Menge der Asche und des hygroskopischen Wassers, die chemische Zusammensetzung der halb- und der unverkohlten Brennstoffe, der Umstand, ob das Aufgeben der Brennmaterialien auf den Hohofen gemessen oder gewogen erfolgt, bedingen wesentliche Verschiedenheiten.

Ausserdem sind aber noch folgende Umstände von Einfluss: Die *Beschaffenheit der Erze*, ob sie leicht oder schwer reducirbar, leicht oder schwer schmelzbar sind; Menge, Pressung und Temperatur der *Gebläseluft; Construction der Oefen; Art des darzustellenden Roheisens.*

Die Gewichtsmenge *Holzkohle* (Schwarzkohle), welche zur Darstellung von 1 Gwthl Roheisen erforderlich ist, variirt nach *Karsten* von 1 bis 3 Gwthln, kann aber auch, unter besonders günstigen Umständen, bis zu $^2/_3$ Gwthln herabgehen. Bei leichten Nadelholzkohlen beträgt sie 1,6 bis 3, bei Kohlen von harten Hölzern und reichen, leichtflüssigen und locker liegenden Erzen 1,0 bis 1,2 Gwthle.

Die zur Darstellung von 1 Gwthl Roheisen erforderliche Gewichtsmenge Koaks schwankt, nach *Walter,* je nach der Leichtflüssigkeit der Erze, zwischen 1,8 und 3,0.

Ueber das relative Verbrauchs-Quantum unverkohlter und halbverkohlter Brennmaterialien lassen sich gar keine allgemeinen Regeln aufstellen. — Bei den nachstehenden Beispielen sind die Maasse, wo es nicht anders bemerkt worden, rheinländische (preussische); die Centner sind Zollcentner (à 50 Kilogr.); unter

„täglicher Production“ ist das Ausbringen an Roheisen während 24 Stunden zu verstehen.

Holzkohlen-Hohöfen: In *Belgien,* an der Sambre und zwischen Sambre und Maas, welche mit zwei Formen betrieben werden, ist nach *Valerius* (Roheisenfabrikation, deutsche Bearbeit. S. 544) der günstigste relative Kohlenverbrauch, bei Anwendung der besten Eichenholzkohlen, etwa = 1,5, und unter minder günstigen Umständen etwa 2. Man verschmilzt verschiedene Arten, etwa 50 Proc. haltigen Brauneisenstein auf graues Roheisen. Die Oefen sind sämmtlich über 30 Fuss hoch, ihr Kohlensack liegt in $^1/_3$ dieser Höhe über der Herdsohle und hat 6,5 im Durchmesser; das Gestelle ist 5,7 Fuss hoch; die Pressung des kalten Windes beträgt 2,3 Zoll Quecksilber. Tägliche Production 70 bis höchstens 80 Centner. — Bei den Hohöfen zu *Marche-les-Dames* in der Provinz Namur beläuft sich der durchschnittliche relative Kohlenverbrauch auf 2,08. Die Erze (Braun- und Rotheisenstein) haben 35 Proc. sehr graues Frischeisen gegeben. Höhe des Ofens = $28^1/_2$ Fuss, Kohlensackdurchmesser = 7,6 Fuss, Gichtdurchmesser = 1,9 Fuss. Nur eine Form und kalter Wind; tägliche Production = 32—44 Ctr. — Der Hohofen zu *Berg* in der Provinz Luxemburg producirt 1 Th. Roheisen mit 1,5 bis 2,0 Gwthln harter Holzkohle, je nachdem das Eisen mehr oder weniger grau ist. Er ist etwas über 31 Fuss hoch, hat $7^1/_3$ Fuss Kohlensackdurchmesser und nicht ganz 3 Fuss Gichtweite. Der Kohlensack liegt $9^1/_2$ Fuss über dem Bodenstein. Das Gestelle ist oben $2^1/_4$, unten $1^3/_7$ Fuss weit. Man wendet zwei Düsen von kaum 2 Zoll Durchmesser an, und bläst mit kalter Luft von 1 bis 1,3 Zoll Quecksilber-Pressung. Tägliche Production = 47.

Die Holzkohlen-Hohöfen in Toscana. Es sind deren vier vorhanden. Sie verschmelzen meistentheils Eisenglanz von der Insel Elba, mitunter auch Roth- und Brauneisenstein. Der Eisengehalt der Erze beträgt 60—65 Proc. und wird zu 56—62 Proc. ausgebracht. Der relative Kohlenverbrauch (Laubholz- und zwar meist Eichenholz-Kohlen) beläuft sich, nach *Garrella* (Ann. des mines. 3. sér. T. 16, p. 3), nur auf 1,0—1,2 bei Anwendung von kaltem Winde; bei heisser Gebläseluft sogar nur auf 0,9. Alles dargestellte Roheisen (meist halbirtes und grauweisses) ist für den Frischeisen-Betrieb bestimmt. Die Oefen sind $22^1/_2$—$26^1/_2$ Fuss hoch, haben den Kohlensack, dessen Durchmesser = $5^3/_4$—7 Fuss ist, fast in der Mitte ihrer Höhe und zum Theil kein Obergestelle.

Die folgende Zusammenstellung einiger der wichtigsten Verhältnisse bei dreien dieser Oefen dürfte von Interesse sein.

Hohöfen von:	Tägliche Production.	Ofen-Capacität.	Windmenge pr. Minute.	Pressung des Windes.	Temperatur des Windes.
Fellonica . .	270 Ctr.	438 Kbf.	1132 Kbf.	2,65 Z. Q.	—
Cecina . . .	190 „	281 „	905 „	1,92 „	—
San Leopoldo	220 „	362 „	846 „	2,65 „	160° C.

Die Windmengen sind auf 0° und 28″ Bar. berechnet.

Die Holzkohlen-Hohöfen zu Lölling in Unter-Kärnthen sind sogenannte Blauöfen (Hohöfen mit geschlossener Brust und ohne Obergestelle). Es werden in denselben Spatheisensteine, Braunerze (verwitterter Spatheisenstein) und Glaskopf verschmolzen, welche nach der Röstung zu etwa 52 Proc. Eisengehalt gattirt werden. Der relative Verbrauch an Fichtenkohlen (?) (1 Kubikfuss noch nicht ganz $8^1/_2$ Pfd. preuss. wiegend) beträgt nach *Tunner* (Jahrb. II. S. 220, III. und IV. S. 82) nicht mehr als 0,60—0,65. Die Oefen sind 40 Fuss hoch, am Bodensteine 44 Z., im Kohlensacke $9^1/_2$ Fuss und an der Gicht 3 Fuss weit. Der Kohlensack liegt 14 Fuss über dem Bodenstein. Sie sind mit 3 Düsen von $2^2/_3$ Zoll Durchmesser versehen, welche dem Ofen, bei einem Drucke von 0,9—1,1 Zoll Quecksilber, in der Minute etwa 1250 Kubikfuss Luft zuführen. Man wendet erhitzte Gebläseluft von 160—175° C. an. Das ausgebrachte Roheisen (schwach bis stark halbirte Flossen) dient zum Verfrischen. Tägliche Production eines solchen Ofens = 325—340 Ctr.

Die Holzkohlen-Hohöfen zu Hieflau in Steyermark verschmelzen ungeröstete Spatheisensteine ohne Zuschlag. Der relative Verbrauch an (Fichten- und Tannen-) Kohlen beträgt noch nicht ganz 1,2. Die Oefen (Blauöfen) haben 36 Fuss Höhe und sind am Bodensteine, im Kohlensacke und an der Gicht resp. 54 Zoll, 7 Fuss und 30 Zoll weit. Der Kohlensack liegt in $^1/_3$ der Schachthöhe. Die Erze werden zu 41 Proc. ausgebracht. Man bläst durch zwei Düsen von $2^1/_2$ Zoll Durchmesser. Windpressung 1,25—1,33 Zoll Quecksilber. Die Gebläseluft wird bis 250° C. erhitzt. Tägliche Production = 210 Ctr.

Bei dem *Holzkohlen-Hohofen zu Malapane in Oberschlesien* finden, nach *Wachler* (die Eisenerzeugung Oberschlesiens, Heft 3, S. 16 und 41), folgende Verhältnisse statt. Man verschmelzt hier zweierlei Erze, nämlich mulmige, sehr kieselthonreiche Brauneisenerze (Grosssteiner Erze) von kaum 24 Proc., und Sphärosiderite (Babkowsker Erze) von 38—40 Proc. Eisengehalt. Das verwendete Brennmaterial besteht in weichen Holzkohlen, einem Gemenge von Kiefern- und Fichtenkohle, wovon 1 Kubikfuss durchschnittlich 11 Pfd. preuss. wiegt. Bei dem frühern Betriebe mit kalter Gebläseluft belief sich der relative Kohlenverbrauch bei den Grosssteiner Erzen (Beschickung, incl. Kalkzuschlag, etwa 20 Proc. Eisen haltend) auf 2,66, bei den Babkowsker Erzen (Beschickung, incl. Kalkzuschlag, etwa 38 Proc. Eisen haltend) auf 1,62. Das Roheisen dient ausschlieslich zu Gusswaren und ist in der Regel grau. Durch Einführung der erhitzten Gebläseluft stellten sich diese Resultate bedentend günstiger. Bei Anwendung eines durchschnittlich 116° C. warmen Windes betrug der relative Kohlenverbrauch bei den Grosssteiner Erzen 1,81, und bei den Babkowsker (160° C.) nur 1,00. Gewöhnlich gattirt man die Grosssteiner Erze mit ungefähr $^1/_3$ der Babkowsker, so dass ein Durchschnittsgehalt der Gattirung von etwa 28 Proc. herauskommt, welcher einem Gehalte der Beschickung (mit 11 Proc. Kalk) von 25 Proc. ent-

spricht. Eine derartige Beschickung, mit heissem Winde von 100—150° C. verschmolzen, erfordert einen durchschnittlichen relativen Kohlenaufgang von 1,70—1,76. Der Malapaner Hohofen ist 30 Fuss hoch, und seine übrigen Dimensionen sind, nach *Förster* (in *Wachler's* Eisenerzeugung Oberschles., Heft 6, S. 86), folgende: Gichtweite 3 Fuss; Kohlensackweite 7 Fuss; obere Gestellweite 2,16 Fuss; untere Gestellweite 1,25 Fuss; Gestellhöhe 5,5 Fuss; Rasthöhe 4 Fuss (Rastwinkel 60°). Früher waren seine Dimensionen etwas abweichend von den oben gegebenen; auch wendete man zwei Düsen von $1^5/_8$ Zoll Durchmesser an, während der Durchmesser der jetzt in Gebrauch stehenden $1^3/_4$ Zoll beträgt. Der ältere, in seiner Capacität etwas geringere Ofen erhielt, bei 2 Zoll Quecksilber gepresstem Winde, pr. Minute nur etwa 560 Kubikfuss kalte Luft von atmosphärischer Dichtigkeit, und bei 225° C. heissem Winde und $2^1/_2$ Zoll Quecksilber-Pressung sogar nur 470 Kubikfuss Luft. Der neu construirte Ofen erhält eine grössere Windmenge. — Tägliche Production, zufolge der neuesten Angaben, 52—53 Ctr.

Der Holzkohlen-Hohofen zu Lauchhammer in der preussischen Provinz Brandenburg (*Scheerer*, Metallurgie, Bd. II., S. 103). Man verschmelzt hier Raseneisensteine von 37—40 Proc. Eisengehalt, welche mit Magnet- und Brauneisensteinen so gattirt werden, dass 14 Volumtheile Raseneisenstein auf 1 Volumtheil des letztern kommen. Nur der Magneteisenstein wird geröstet, während die Vorbereitung der anderen beiden Erzsorten blos in einem 1 bis $1^1/_2$ Jahre langen Liegen an der Luft besteht. Die gattirten Erze, welche in Stücken von Wallnuss- bis Erbsengrösse angewendet werden, beschickt man mit $6^1/_2$ bis 10 Volum-Proc. Kalkstein. Die gesammte Beschickung besitzt nach der Probe im Kleinen einen durchschnittlichen Eisengehalt von 37 Proc., und wird bei ihrer Verschmelzung im Grossen zu etwa 33,5 Proc. ausgebracht. Da der Betrieb vorzugsweise auf Gusswaren gerichtet ist, so pflegt man alle Eisenabfälle aus der Giesserei etc. sogleich wieder auf den Hohofen zu geben und mit der Beschickung durchzuschmelzen. Der Zusatz von solchem umzuschmelzenden Eisen (Schaleneisen, Kelleneisen) betrug früher gewöhnlich 10 Proc. der Erzgattirung, so dass ungefähr 0,23 der täglichen Roheisenproduction auf umgeschmolzenes Eisen kamen. Neuerlich hat man diesen Roheisenzusatz bedeutend gesteigert, zeitweise bis zu 30 Proc. der Erzgattirung, so dass dadurch etwa 0,47 der täglichen Roheisenproduction auf umgeschmolzenes Roheisen kommen. Als Brennmaterial dienen gute Nadelholzkohlen, von denen 1 Kubikf. gegen 10 Pfd. preuss. wiegt. Das ausgebrachte Roheisen ist lichtgrau bis grau, hat feinen Schaum (Graphit) und ist weich und haltbar.

Die Dimensionen des Hohofens sind folgende:

Höhe des ganzen Ofenschachtes	27′ 16″
„ des Kohlensackes über dem Bodenstein	7′ 5″
„ der Rast (vertical gemessen) . . , .	3′ 9″
(Rastwinkel = 52°)	

Höhe des Gestelles	3′ 7″
„ der Form über dem Bodenstein	1′ ½″
Weite der Gicht	3′ 10″
„ des Kohlensackes	7′ 6″
„ des Gestelles oben	1′ 5⅛″
„ des Gestelles unten	1′ 2½″

Kubischer Inhalt des ganzen Ofenraumes 483 Kubikfuss.

Der Ofen erhält seinen Wind durch ein Cylindergebläse mit zwei Cylindern von 38 Zoll Weite und 42 Zoll Hubhöhe. Da das Gebläse in der Minute 5,2 Spiele macht, also 20,8 Cylinder Wind liefert, so beträgt die pr. Minute ausströmende Windmenge, nach Abzug von 15 Proc Windverlust, 488 Kubikfuss Luft von atmosphärischer Dichtigkeit. Ein hiervon sehr abweichendes Resultat erhält man dagegen aus folgenden Daten. Düsenöffnung = 0,01163 Quadratfuss; Windtemperatur = 140° C.; Barometerstand = 28,5 Zoll; Manometerstand = 7 Zoll. Hieraus ergeben sich pr. Minute 436,5 Kubikfuss Luft von 140° C. = 294 Kubikfuss Luft von 0° C. (und 28 Zoll Bar.) = 310 Kubikfuss Luft von 18° C. Der relative Kohlenverbrauch beläuft sich bei einem blosen Erzschmelzen (ohne Anwendung des oben gedachten Roheisenzatzes) auf 0,91; bei einem mit Umschmelzung von 30 Proc. (der Gattirung) Roheisen verbundenen Schmelzen — wenn das verbrauchte Kohlenquantum nur auf das aus den Erzen dargestellte Roheisen bezogen wird — dagegen auf 0,98. Tägliche Production bei einer Schmelzung mit Roheisenzusatz — wobei letzterer in Abrechnung gebracht — gleich 73⅓ Ctr.

Die beiden Hohöfen zu *Ilsenburg am Harze* (*Scheerer* a. a. O. S. 104 ff.) verschmelzen eine aus Eisensteinen sehr mannigfacher Art zusammengesetzte Gattirung. Man wendet Eisenglanz, Roth-, Magnet- und Brauneisenstein an und unterscheidet von jeder dieser Sorten wieder mehrere Unterabtheilungen, je nachdem dieselben mehr oder weniger rein, kieselig (und thonig) oder kalkig sind. Ein passender Zusatz von kalkigem Eisenstein zu den anderen Erzarten macht einen besondern Kalkzuschlag unnöthig. Der Eisengehalt der einzelnen Sorten variirt von 25 Proc. (klarer Brauneisenstein) bis zu 65 Proc. (reichstem Magneteisenstein). Alle diese Erze werden, mit Ausnahme des klaren Roth- und Brauneisensteines, vor dem Verschmelzen geröstet. Die Röstung der kiesigen und kalkigen Erze geschieht in 15 Fuss hohen, 4—5 Fuss weiten sogenannten Rumford'schen Schachtöfen, und die der reinen, namentlich der Brauneisensteine, in 7 Fuss hohen, 19 Fuss langen und 12 Fuss breiten Stadeln auf die Art, dass, durch entsprechendes Schliessen und Oeffnen der Zuglöcher in den Umfassungswänden, ein Niederbrennen des mit dem Eisenstein geschichteten Brennmaterials von oben nach unten, wie bei einem Holzmeiler, stattfindet. Unterirdische Zugcanäle verstärken hierbei den Luftzug und vertreten solchergestalt die Fussräume des Meilers; bei dieser Construction und der Anwendung von fichtenen Reisig und Fichtenzapfen ist es leicht, selbst klare Erze zu rösten. — Unmittelbar

nach der Röstung werden die Eisensteine in niedrigen Haufen im Freien aufgestürzt und, sobald dieselben durch atmosphärische Einwirkung hinreichend feucht geworden sind, mittelst eines Walz-Quetschwerkes, welches aus zwei Walzenpaaren besteht, von denen das eine das andere zufördert, zweckmässig zerkleinert. Bei den kieseligen, strengflüssigen Sorten erlangt man durch ein, unterhalb des untern Walzenpaares angebrachtes Schlagratter ein sehr gleichmässiges rösches Korn, fast ohne Staub. Die anderen, leichtflüssigeren Erze werden etwas gröber gewalzt, um eine hinreichende Lockerheit der Schmelzsäule im Hohofen zu bewirken. Die zerkleinerten Eisensteine werden auf grossen Haufen aufgestürzt und 2 bis 3 Jahre lang der Verwitterung ausgesetzt, ehe sie verschmolzen werden. Nur die reinen Brauneisensteine kommen eher zur Verwendung. Alle schwefelkieshaltigen Erze werden nach ihrer Röstung einem jahrelangen Auslaugungs- und Verwitterungs-Processe im Freien unterworfen. Ist bei ihnen eine kräftige Einwirkung dieses Processes wahrzunehmen, und sind sie schon, — namentlich durch den Winterfrost — sehr zerfallen, so werden sie zerquetscht uud dann nochmals einige Sommermonate hindurch ausgelaugt.

Gewöhnlich gattirt man gegen 42 Proc. reiner Eisensteinsorten mit 35 Proc. kalkigen, und sucht dabei einen Durchschnittsgehalt der Beschickung von 35 bis 37 Proc. zu erreichen. Als Zuschlag bedient man sich 5 Proc. alter Zerrennschlacken von früher hier betriebenen Zerrennfeuern herrührend und 1 Proc. Frischschlacken. Der Betrieb ist vorzugsweise auf Gusswaaren gerichtet, und man erzeugt daher graues Roheisen. Die Hauptdimensionen des Ofens sind folgende: Höhe des Ofenschachtes $29^1/_2$ Fuss, der Rast 4 Fuss, des Gestelles $4^1/_2$ Fuss, Weite der Gicht $4^1/_2$ Fuss, des Kohlensackes $7^1/_2$ Fuss, kubischer Inhalt des Ofenraumes ohne Gestellraum 677 Kubikfuss.

Eine Gicht (ein Aufgeben) besteht aus 27 Kubikfuss Holzkohlen, nämlich 21,6 Kubikfuss Fichten à 8 Pfd. und 5,4 Kubikfuss eichenen oder buchenen à 13 Pfd., und aus 7 bis 8 Kubikfuss Möller oder Beschickung. In 24 Stunden gehen 30 bis 32 Gichten. Wird mehr Wind in den Ofen geführt, so ist der Gichtengang rascher, und es wird, bei gleichem Erzsatz, ein mehr oder weniger weisses Roheisen zum Frischereibetriebe erzeugt. Die Erwärmung des Windes geschieht in einem ringförmigen, 18 Fuss hohen, über der Gicht angebrachten Apparate; sie beträgt gewöhnlich 225 bis 240° C., kann jedoch bis 300° getrieben werden. Die Pressung des erhitzten Windes beträgt $1^1/_2$ Zoll Quecksilber; Düsendurchmesser $1^1/_2$ Zoll. Durch zwei Düsen gelangen demnach in der Minute etwa 500 (preuss.) Kubikfuss Wind von atmosphärischer Dichtigkeit und 0° Temperatur in den Ofen. — Die Campagnen dauern gewöhnlich 3 Jahre. Relativer Kohlenverbrauch = 1,0; tägliche Production 68 bis 72 Ctr.

Die beiden *Holzkohlen - Hohöfen zu Rothehütte* am Harz (*Scheerer* a. a. O. 108) verschmelzen ganz ähnliche Eisensteine

wie die Ilsenburger Hütte. Die Röstung der reinen kieseligen und kalkigen Rotheisensteine und der wenigen Magneteisensteine geschieht in freien Haufen mit fichtenen Quandelkohlen und Fichtenzapfen, wogegen die ungefähr 50 Proc. der Beschickung ausmachenden Brauneisensteine nicht geröstet werden. Die Zerkleinerung der grösseren Erzstücke — etwa bis zu Taubeneigrösse — wird durch ein Pochwerk bewirkt, wobei jedoch die Bildung einer nicht unbedeutenden Menge Staubes unvermeidlich ist. Der durchschnittliche Eisengehalt der Erzgattirung, welche aus 60 bis 70 Proc. reinen und 30 bis 40 Proc. kalkigen und kieseligen Eisensteinen besteht, beträgt 36 bis 38 Proc. Das erzeugte Roheisen wird nicht allein vergossen, sondern auch verfrischt. Die Hohofen-Dimensionen sind folgende: Höhe des ganzen Schachtes 32,57 Fuss, des Gestelles 4,65 Fuss, Rastwinkel 45°, Weite des Kohlensackes 8,38 Fuss, der Gicht 5,58 Fuss kubischer Inhalt des Ofenschachtes ohne Gestellraum.

Eine Gicht besteht aus 24,2 Kubikfuss $^2/_3$ fichtenen und $^1/_3$ buchenen Kohlen, welche à Kubikfuss 10 bis $10^1/_3$ Pfd. wiegen. In 24 Stunden gehen 42 bis 45 Gichten. Der bis auf ungefähr 190° C. erwärmte Wind strömt mit 2 Zoll Quecksilber-Pressung durch zwei $2^1/_4$ Zoll weite Düsen in den Ofen, welcher daher in der Minute 800 Kubikfuss Wind von 0° Temperatur und atmosphärischer Spannung erhält. — Man hat zu Rothehütte Campagnen von 8 bis 9 Jahren gemacht. — Relativer Kohlenverbrauch bei gemengten Kohlen = 1,0, bei blos fichtenen = 1,13; tägliche Production 100—103 Ctr.

Zu *Rübeland* (Berg- und hüttenmännische Zeitung, 1853, Nr. 1) am Harz, mit 2 Hohöfen, verschmilzt man ähnliche Eisensteine in ähnlichen Hohöfen mit einem Gemenge von Holzkohlen und lufttrockenem Holz. Der Procentgehalt des Möllers war = 34 bis 35 Proc. Jede Gicht bestand aus 6,5 Kubikfuss (Braunschweigisches Maass) oder 450 Pfd. trockener Beschickung, aus 17 Kubikfuss Holzkohlen ($^2/_3$ harte und $^1/_3$ weiche, von denen denen der Kubikfuss etwa 9 Pfd. wiegt) und aus 10,7 Kubikfuss lufttrockenem Holz (2,5 Kubikfuss fichtenes und 8,2 hartes). In 24 Stunden gingen 41—42 Gichten. Die tägliche Production war = 60 Ctr. graues Roheisen, wovon 60 Proc. vergossen wurden. — Auf 100 Pfd. Schmelzkohlen und Schmelzholz, letzteres zu Kohlen gerechnet, sind 236 Pfd. trockene Beschickung gesetzt worden. Zu 100 Pfd. Roheisen waren erforderlich: 11,1 Kubikfuss Kohlen und 7,04 Kubikfuss Holz. Der relative Kohlenverbrauch ist daher = 1,15. — Die Windpressung beträgt 12 Linien Quecksilber, jede von den beiden Düsenöffnungen ist $2^1/_4$ Zoll breit und $1^1/_4$ Zoll hoch. Die Erwärmung der Luft beträgt etwa 100° R. Die Menge des in 1 Minute in den Ofen eingeführten Windes beträgt etwa 550 Kubikfuss. — Das Holz wird im lufttrockenen Zustande angewendet, so wie es durch ein halb- bis ganzjähriges Ueberstehen in den Hauen erlangt wird. Man zerschneidet es in 9 Zoll lange und spaltet es in 3 bis 4 Zoll im Quadrat starke Stücke. In

diesem Zustande wird es, wie die Kohlen, in Maassen von 10 Kubikfuss vorgemessen und aufgegeben, und zwar kommen zu jeder Gicht von 3 Maass gewöhnlich die Hälfte Kohlen und die Hälfte Holz. Am vortheilhaftesten ist der Betrieb, wenn man fichtenes Holz und harte Kohlen aufgiebt.

Der *Hohofen zu Mägdesprung am Harz* (*Scheerer* a. a. O. 109 ff.) verschmelzt eine grösstentheils aus Spatheisenstein bestehende Gattirung, welche ausserdem noch mehr oder weniger Sphärosiderit, Brauneisenstein, Rotheisenstein und Thoneisenstein enthält und mit gerösteter Frischschlacke und Kalkzuschlag beschickt wird. Die meisten dieser Erze werden zuvor in einem Schachtofen mit Holzkohle geröstet, und kommen in verschiedener Formgrösse und bis zur Pulverform zur Verschmelzung. Der Betrieb ist gewöhnlich auf graues Giessereiroheisen gerichtet, und nur ein Theil von jeder Campagne wird zur Darstellung von weissem Frischroheisen verwendet. — Das Ausbringen beträgt etwa 38 Proc. bei dem Betriebe auf Frischroheisen und 25 bis 30 Proc. bei der Erzeugung von Gussroheisen. — Die benutzten Kohlen kommen von Buchen-, Eichen- und Birkenhölzern, und es wiegt 1 Kubikfuss davon 14,5 — 15 Pfd. — Der Hohofen ist $30^1/_3$ Fuss hoch, in der Gicht $3^1/_2$ Fuss, im Kohlensacke 8 Fuss, oben im Gestelle $2^1/_6$ Fuss, unten auf der Sohle $1^1/_3$ Fuss weit; Höhe des Gestelles $4^7/_{12}$ Fuss, der Formen über der Herdsohle $1^1/_6$ Fuss, der Rast 10 Zoll, Rastwinkel = 20°. Auch die braunschweigischen Harzhohöfen haben so sehr flache Rasten; jedoch bilden sich sehr bald steilere von zusammengesinterter Beschickung und Kohlen. Die beiden Düsen haben $1^5/_8$ Zoll Durchmesser und passen so genau in die Formen, dass sie dieselben gänzlich verschliessen; sie liegen nicht horizontal, sondern 4 bis 5° in den Herd geneigt. Windpressung = $1^3/_4$ — $2^1/_2$ Zoll Quecksilber; Temperatur = 200 — 250° C. Die Windmenge, auf mittlern Barometerstand und 10° C. Temperatur reducirt, welche der Ofen in der Minute erhält, beläuft sich auf etwa 600 Kubikfuss. Der kubische Inhalt des Ofenschachtes, ohne Gestellraum, beträgt ungefähr 800 Kubikfuss. Relativer Kohlenverbrauch beim Betriebe auf weisses Roheisen = 1,18; bei grauem Roheisen bis 1,56 steigend; tägliche Production bei ersterm = 62 Ctr., bei letzterm nur etwa 45 Ctr.

Der Hohofen zu *Gittelde**) am Communion-Unterharze, Hannover und Braunschweig gemeinschaftlich gehörig, verschmilzt Spath- und Brauneisenstein vom Iberge bei Grund, aus dem Gegenthal bei Lautenthal, kalkigen und kieseligen Rotheisenstein von dem letztern Orte und rothen Mergeleisenstein aus der Liasformation von Kalefeld bei Echte. Die Erze werden geröstet, mit Handhämmern zerschlagen und dann wie folgt beschickt: für hellgraues Roheisen: $^{13}/_{21}$ Brauneisenstein, $^7/_{21}$ Spatheisenstein und $^1/_{21}$ rother Mergeleisenstein; für Spiegeleisen: $^{15}/_{21}$ Spath- und $^6/_{21}$ Braun-

*) *Kerl's* Communion-Unterharz. Freiberg 1853, S. 91 ff.

eisenstein. Der Eisengehalt der Beschickung beträgt 36—37 Proc. Der Hohofen hat folgende Dimensionen: ganze Höhe $28^1/_3$ Fuss, Weite der Gicht 4 Fuss, Weite des Kohlensackes 8 Fuss, Höhe des Gestelles 5 Fuss, Höhe der Form über dem Bodenstein 16 Zoll, Ansteigen der Rast 40°, Weite der Düse $2^3/_4$ Zoll. — Das Cylindergebläse führt in der Minute 455 bis 555 Kubikf. Luft, bei 8 bis 13 Linien Quecksilbermanometerstand, in den Ofen. Der Wind wird nicht erhitzt.

Man verwendet Fichtenkohlen, und ersetzt $^5/_{21}$ des Gewichts derselben durch lufttrockenes Fichtenholz. 1 Maass = 10 Kubikf. dieser Kohlen von Scheit-, Ast- und Stukenholz wiegt 64 bis 70 Pfd. Die Gichten bestehen aus 210 Pfd. Kohlen und 6,47 bis 6,74 Kubikf. Beschickung. Auf 100 Pfd. Kohlen kommen 207—208 Pfd. Beschickung, oder es werden damit 72,2—75,2 Pfd. Eisen producirt. In 24 Stunden gehen 32 bis 34 Gichten, und es werden wöchentlich 380 bis 400 Ctr. Roheisen erzeugt, welches zu sehr gutem Stabeisen und zu Rohstahl verfrischt wird. — Durch den Holzzusatz ergab sich ein besseres Ausbringen und eine Erhöhung des Erzsatzes.

Hohofen zu *Gravenhorst* unweit Ibbenbüren in Westphalen (Berg- und hüttenm. Zeit. 1853, Nr. 50.). Derselbe ist 27 Fuss hoch, im Kohlensacke 8 Fuss weit, Höhe der Rast bei 50° Steigung 3 Fuss, Höhe des Gestelles 5 Fuss, Weite 28 und 19 Zoll, Höhe der Form über der Sohle $16^1/_2$ Zoll. Höhe des Wallsteines 10 Zoll, des Tümpelsteines über der Sohle 13 Zoll. — Das Cylindergebläse liefert 650 Kubikf. bei $1^1/_2$ Pfd. Pressung in der Minute. Die Beschickung besteht aus 68 Karren (à 2 Kubikf.) Wiesenerzen, 2 Karren Thoneisenstein, geröstet, und 2 Karren Kalk; den Thoneisenstein lässt man aber gewöhnlich weg, und setzt ihn nur dann zu, wenn die Schlacke zu leichtflüssig wird. — Die Gichten bestehen aus 16 Kubikf. Buchen-, Tannen- und Kiefernkohlen, und der Erzsatz ist der Art, dass mit 64 bis 88 Kubikf. Kohlen 1000 Pfd. Roheisen erzeugt werden. Die wöchentliche Production beträgt 540 bis 545 Ctr.

Der Hohofen der *Carolinenhütte zu Achthal* bei Hammerau im Salzburgischen wird zum Theil mit Torf betrieben, weshalb wir hier die Resultate aufführen. (Siehe *Tunner's* Jahrbuch der Montan-Lehranstalt zu Leoben, Bd. I, S. 130.) — Es wurden auf die Gicht 554 Pfd. Erz und 7 Pfd. Kalksteinzuschlag gesetzt; der Holzkohlensatz pr. Gicht betrug 22,4 Kubikf., lufttrockener Torf 16,4 Kubikf., zusammen 38,8 Kubikf., oder 156,8 Pfd. Holz und 151,5 Pfd. Torf, zusammen 308,3 Pfd. — Die wöchentliche Production betrug 566 Ctr. graues Roheisen. Der Eisengehalt der Erze beträgt 24,6 Proc. Die Temperatur des Windes belief sich auf 202° R., die effective Windmenge in der Minute 600 Kubikf. mit einer Pressung von $15^1/_4$ Zoll Wassersäule. Auf 100 Pfd. Eisen wurden verbraucht 16;46 Kubikf. = 115 Pfd. Holzkohlen und 12,00 Kubikf. = 111 Pfd. Torf, daher zusammen 226 Pfd. Gegen den blosen Betrieb mit Holzkohlen wurden auf 100 Pfd.

Roheisen an Brennmaterial mehr verbraucht, dem Volum nach 5 Kubikf., dem Gewicht nach 63 Pfd.; es repräsentirten 100 Kubikf. Torf 58,3 Kubikf. Holzkohlen und 100 Pfd. Torf 44,1 Pfd. Holzkohlen. — Es gingen beim Torfzusatz mehr Gichten; das Ausbringen war geringer, da die Erze um 0,6 Proc. ärmer waren. — Die Qualität des Roheisens hatte sich in seinen Eigenschaften als Giessereiroheisen verbessert, und beim Herd- und Puddelfrischen zeigte es sich ebenso gut, wie beim Hohofenbetriebe ohne Torfzusatz. — Die technischen Resultate würden jedenfalls weit besser ausgefallen sein, wenn Hohofen und Lufterhitzungsapparat zur Zeit der Anstellung der Versuche nicht im schlechten Zustande befindlich gewesen wären. Der ökonomische Gewinn beträgt auf 100 Pfd. Roheisen $13^7/_{10}$ Kreuzer = $4^3/_4$ Sgr. — Man hat erkannt, dass füglich die Hälfte des Holzes durch Torf ersetzt werden könne, und dass man die Resultate durch zweckmässige Einrichtungen des Hohofens sehr zu verbessern im Stande sei.

Der Holzkohlen-Hohofen zu Katzhütte im Thüringerwalde (*Scheerer*, a. a. O. S. 110.) producirt theils graues, theils weisses Roheisen. Seine Hauptdimensionen sind folgende: Ganze Schachthöhe = 31 Fuss (Leipziger Maass); Gestellhöhe = $4^1/_2$ Fuss; Rasthöhe = $2^1/_2$ Fuss; Kohlensackhöhe = 1 Fuss; Höhe des obern Schachtes (oberhalb des Kohlensackes) = 23 Fuss. Durchmesser der Gicht = 3 Fuss, des Kohlensackes = 7 Fuss. Rastwinkel 43°. Das Gestelle hat in seinem horizontalen Durchschnitte die Gestalt eines Rechtecks, welches an der Rast 25 Zoll lang und — von Form- zu Formseite — 19 Zoll breit ist, am Boden dagegen 19 Zoll Länge und 16 Zoll Breite besitzt. Als Brennmaterial wendet man ein Gemenge von $^3/_4$ Fichten- und Tannenkohlen und $^1/_4$ Buchenkohlen an. 1 Kubikf. rheinl. solcher Gemengkohlen wiegt durchschnittlich 11,3 Pfd. Bei der Production von *grauem* Roheisen finden folgende Verhältnisse statt. Die Beschickung besteht aus 32 Proc. Rotheisenstein, 34 Proc. kalkschüssigem Brauneisenstein, 20 Proc. rothem und braunem Thoneisenstein und 14 Proc. Kalk. Die Erze kommen theils in Stücken von $1—1^1/_2$ Kubikzoll, theils in Pulverform zur Verschmelzung. Nur ein Theil (etwa 28 Proc.) derselben wird — theils seines Schwefelgehaltes, theils der bessern Zerkleinerung wegen — zuvor geröstet. Nach der Probe im Kleinen enthält die Erzgattirung 36 Proc. Eisen; im Grossen werden ungefähr 30 Proc. ausgebracht. Man bläst mit 2 Formen, jede zu $1^3/_4$ Quadratzoll Querschnitt, und mit einer Pressung von 2 Zoll Quecksilber. Windtemperatur = 150°—170° C. Relativer Kohlenverbrauch = 1,5. Tägliche Production = 36 Ctr., mitunter bis zu 46 Ctr. gesteigert. — Bei der Erzeugung von einem dem Spiegeleisen nahestehenden *weissen* Roheisen ist die Beschickung zusammengesetzt aus: 35 Proc. kalkschüssigem Brauneisenstein, 35 Proc. mergelthonigem Brauneisenstein, 20 Proc. Spatheisenstein und 10 Proc. braunem Thoneisenstein. Gegen 30 Proc. dieser Erze, darunter der Spatheisenstein, werden geröstet. Der Eisengehalt der Erzgattirung nach der Probe im Kleinen beträgt 45 Proc.,

das Ausbringen im Grossen ist 40 Proc. Als Zuschlag wird bisweilen $^1/_2$ Proc. Flussspath angewendet. Man bedient sich zur Weisseisenerzeugung stets eines schon länger im Betriebe gestandenen und dadurch im Gestelle ausgeweiteten Hohofens, der überdies noch mit geschlossener Brust vorgerichtet wird. Die beiden Düsen haben jede $2^1/_4$ Quadratzoll im Querschnitt. Windpressung $= 2^1/_3 - 2^2/_3$ Zoll Quecksilber. Windtemperatur $= 210^0 - 250^0$ C. Relativer Kohlenverbrauch = 1,0. Tägliche Production = 72—92 Ctr.

Ein Holzkohlen-Hohofen bei Wiesbaden (*Scheerer,* a. a. O. S. 111.) im Nassauischen hat 26 Fuss Höhe, 8 Fuss Kohlensackdurchmesser, $3^1/_2$ Fuss Gichtweite und $2^1/_2 - 2^3/_4$ Fuss obere Gestellweite. Gestellhöhe 4 Fuss, Rasthöhe $= 4^1/_2$ Fuss, Kohlensackhöhe $= {}^1/_2$ Fuss, Rastwinkel $= 61^0$. Er wird mit einer Düse von 1,7—2 Zoll Durchmesser betrieben, je nach dem Schmelzgange und der beabsichtigten Production. Die Pressung des erhitzten Windes beträgt 1,8—1,9 Zoll Quecksilber. Die Erze, grösstentheils kalkreiche Rotheisensteine, werden ungeröstet verschmolzen. Man pocht dieselben etwa bis zu Wallnussgrösse, und gattirt dieses gröbere Erz mit ungefähr gleichviel Grubenkleie von kaum Erbsengrösse. Eine solche Gattirung, welche keines Kalkzuschlages bedarf, zuweilen aber mit 6—8 Proc. Thonschiefer beschickt wird, bringt man zu 38—40 Proc. aus. Die angewendeten Holzkohlen sind buchene, von denen 1 Kubikf. 14—15 Pfd. wiegt. Relativer Kohlenverbrauch = 1,05. Tägliche Production = 57 Ctr. graues Gussroheisen.

Die Holzkohlen-Hohöfen zu Ludwigshütte (*Scheerer,* a. a. O. 112.) *im Grossherzogthum Hessen* haben folgende Dimensionen: Höhe des ganzen Ofenschachtes = 31,5 Fuss, des Gestelles = 3,7 Fuss. Weite der Gicht = 2,6 Fuss, des Kohlensackes = 7,6 Fuss und des Gestelles oben = 2,4 Fuss. Rastwinkel $= 55^0$. Die Erze bestehen in kieseligem und thonigem Rotheisenstein aus dem Uebergangsgebirge. Beide Arten werden mit einander gattirt und mit ungefähr $8^1/_2$ Proc. Kalkzuschlag verschmolzen. Aus einer solchen Beschickung gewinnt man 35—36 Proc. graues, graphitreiches Roheisen.

Die angewendeten Kohlen sind Buchenkohlen, von denen 1 Kubikf. ein Gewicht von 15,4 Pfd. besitzt. Die zu $225^0 - 250^0$ C. erhitzte Gebläseluft wird unter einem Drucke von 1,92 Zoll Quecksilber ausgeblasen. Jeder der beiden Oefen ist mit zwei Düsen versehen, deren Durchmesser 1,44 Zoll beträgt, und erhält 600—700 Kubikf. Luft in der Minute. Der relative Kohlenverbrauch stellte sich folgendermaassen heraus. Während einer einzelnen Betriebswoche (vom 31. Januar bis zum 5. Februar 1842) belief sich derselbe beim Ofen Nr. 1 auf 1,28; während eines ganzen Betriebsjahres (1843) betrug er aber bei demselben Ofen 1,53; und während einer Betriebswoche (12.—18. Febr. 1843) erreichte er bei dem — in der Production schwächern — Ofen Nr. 2 die

Höhe von 1,88. Dieser, in Betracht der günstigen Umstände, sehr beträchtliche Kohlenaufwand wurde dadurch verursacht, dass man aus beiden dieser Oefen — $12^1/_2$ Fuss unterhalb der Gicht, durch je 7 rings um den Schacht angebrachte Oeffnungen — die *Gichtgase ableitete*, um damit drei Gasflammöfen (1 Puddel-, 1 Weiss- und 1 Glühofen) zu betreiben. Im Jahre 1843 war die tägliche Production des Ofens Nr. 1 = 87 Ctr.; in der angeführten Betriebswoche die des Ofens Nr. 2 = 61 Ctr. (*Bayle*, über den Hohofen- und Gashüttenbetrieb zu Ludwigshütte in Hessen im Jahre 1843. Brgwksfrnd. Bd. 9, S. 198.)

Der Holzkohlen-Hohofen zu Eiserfey in der Eifel ist wegen seiner Kleinheit merkwürdig. Er hat nur $19^1/_4$ Fuss Höhe. Sein Gestelle ist $2^3/_4$ Fuss und seine Rast 2 Fuss hoch. Untere Gestellweite = 1 Fuss, obere Gestellweite = $1^2/_3$ Fuss, Kohlensackweite = 4 Fuss 7 Zoll. Er wird mit kaltem Winde und einer Form betrieben, welcher man zu gewissen Perioden des Processes eine starke Neigung in den Herd giebt, um das Eisen weiss zu machen. Der relative Kohlenverbrauch ist = 4,5. Tägliche Production = 19 Ctr.

Die *schwedischen Holzkohlen-Hohöfen* (*Scheerer*, a. a. O. S. 113.) haben gewöhnlich eine Höhe zwischen 28 und 32 Fuss; selten erreichen sie 34 Fuss. Mehr als ihre Höhe variirt ihr kubischer Inhalt, welcher zwischen 600 und 1500 Kubikf. liegt. Dies rührt von sehr verschiedenen Weitendimensionen her, indem die Gichtöffnung von 3 bis zu 7 Fuss Durchmesser und der Kohlensack von verhältnissmässiger Grösse angetroffen wird. Die Eigenthümlichkeiten der Schachtconstruction dieser Oefen bestehen, ausser in der weiten Gichtöffnung, in einem niedrigen und weiten Gestelle, einer sich krummlinig in den Schacht verlaufenden Rast und einer unterhalb des Kohlensackes mehr oder weniger unsymmetrischer Gestalt der Ofenwände. Die Windmenge, welche ein schwedischer Hohofen erhält, beläuft sich in der Regel nur auf 300—600 Kubikfuss in der Minute bei einer Pressung von $1-1^1/_2$ Zoll Quecksilber, zuweilen sogar noch unter 1 Zoll. Die verschmolzenen Erze bestehen, nach der schwedischen Eintheilung, theils in Bergerzen, theils in Morasterzen. Unter ersteren versteht man alle im ältern (Ur- und Uebergangs-) Gebirge vorkommenden Eisenerze, welche von Quarz und Glimmer, oder von Hornblende, Kalkspath, Pistazit, Granat, Flussspath u. s. w. begleitet zu sein pflegen; unter letzteren diejenigen, welche man in Deutschland Sumpf- und Rasenerze nennt. Eine dritte Erzsorte, welche man in Schweden unterscheidet, die Seeerze, sind wohl nichts Anderes als Morasterze, welche durch die fliessenden Gewässer in die Landseen gespült und hier abgesetzt wurden. Als Brennmaterial dienen vorzugsweise Fichtenkohlen. — Im Hohofen zu *Brefven* werden Bergerze von 44 bis 45 Proc. Eisengehalt verschmolzen. Vor dem Jahre 1833, als man sich noch des kalten Windes bediente, erhielt dieser Ofen in der Minute 275 Kubikf. Luft (zu 16° C.

Temperatur angenommen) bei nur $^7/_{12}$ bis $^{10}/_{12}$ Zoll Quecksilberpressung; später, nach Einführung der erhitzten Gebläseluft, wendete man $1^1/_6$—$1^1/_4$ Zoll Quecksilber-Druck an. Bei kaltem Winde erhielt die Erzgattung $10^1/_2$ Proc. Kalkzuschlag; bei 140° bis 150° C. heisser Luft erniedrigte man denselben auf $7^1/_2$ Proc. Der relative Kohlenverbrauch betrug im ersten Falle 1,7 und im zweiten Falle 1,4. Die entsprechenden täglichen Productionen an lichtgrauem Roheisen beliefen sich auf $51^1/_2$ Ctr. und $58^3/_4$ Ctr. — Der Hohofen von *Ankarsrum* verschmelzt Bergerze von 37 Proc. Eisengehalt, welche bei kaltem Winde mit $9^1/_2$ Proc. Kalk, bei heissem nur mit 5 Proc. beschickt wurden. Die Menge des kalten Windes betrug pr. Minute 480 Kubikf., die des 210° C. heissen dagegen (auf mittlere Temperatur reducirt) 500 Kubikf. bei resp. $1^1/_{12}$ und $1^1/_2$ Zoll Quecksilber-Pressung. In einem Falle war der relative Kohlenverbrauch 2,0, und im andern 1,2, während sich die tägliche Production an grauem Roheisen auf 56 Ctr. und 70 Ctr. belief.

Die nachstehende Uebersicht von Daten hat Herr *Scheerer* aus dem *Jern-Kontorets Annales* entlehnt und beziehen sich auf das Jahr 1849.

Zur richtigen Auffassung umstehender Tabelle ist Folgendes zu bemerken: 1) die Ofen-Dimensionen, die Flächeninhalte der Düsen- und Formöffnungen und die Windpressung sind in schwedischem Maass (1 Fuss schwed. = 0,9458 Fuss preuss.) angegeben. 2) Die Angaben über den Kohlenverbrauch für 1 schwed. Schiffpfd. Berggewicht (= 3 Zollctr.) sind in schwedischen Tonnen gemacht. 3) Der relative Kohlenverbrauch wurde unter der Annahme berechnet, dass 1 schwed. Tonne Kohlen durchschnittlich ungefähr $^1/_2$ Zollctr. wiegt. 4) Die tägliche Production, welche in dem schwedischen Originale in Schiffpfunden Berggewicht angegeben ist, wurde zu Zollcentnern berechnet. 5) Bei den mit 2 Formen betriebenen Hohöfen (Riddarhyttan und Ickholmen) bezieht sich der Flächeninhalt der Düsenöffnung auf beide Düsen zusammen. Wenn die Angabe, dass die Summe der Düsenöffnungen bei dem Hohofen von Rittarhyttan nur 2,46 Quadratzoll beträgt, von keinem Irrthume herrührt, so würde dieser Ofen mit einer verhältnissmässig sehr kleinen Windmenge betrieben. 6) Beim Hohofen von Dalfors scheint die Angabe des Flächeninhaltes der Formöffnung = 3,83 Quadratzoll, bei einem Flächeninhalte der Düsenöffnung = 4,91, wohl auf einem Druckfehler zu beruhen. 7) In Betreff des Kohlenverbrauchs für 1 schwed. Schiffpfd. Roheisen ist ferner zu bemerken, dass sich derselbe bei keinem der angeführten Hüttenwerke ausschliesslich blos auf diejenige Zeit der Ofencampagne bezieht, während welcher der Ofen im vollen Gange war (ein voller Satz geführt wurde), sondern dass hierbei stets auch jener grössere Kohlenverbrauch mit eingerechnet ist, wie er während der ersten Wochen des Anlassens stattfindet. Da hierdurch diejenigen Oefen, welche am weitesten in ihrer Campagne fortgeschritten sind, im Vergleich zu den anderen hinsichtlich des Kohlenverbrauchs etwas begünstigt

Name des Hüttenwerkes.	Ofen-Dimensionen. Höhen.			Weiten.			Gebläseluft.					Beschickung, Kohlenverbrauch u. Production.			
	Gestellhöhe.	Kohlensackhöhe.	Ganze Höhe.	Obere Gestellweite.	Kohlensackweite.	Gichtweite.	Anzahl der Formen.	Flächeninhalt der Düsenöffnung.	Flächeninhalt der Form.	Windpressung.	Windtemperatur.	Procentgehalt der Beschickung.	Kohlenverbrauch für 1 Schiffspfd. Roheisen.	Relativer Kohlenverbrauch.	Tägliche Production.
	Fuss.	Fuss.	Fuss.	Fuss.	Fuss.	Fuss.	.	□Zoll.	□Zoll.	Z.Q.	° C.	.	Tonnen.	.	Zollctr.
1) Nisshytta . . .	6,2	10,8	33,5	6,5	8,5	5,0	1	4,91	5,46	0,6	0	50,3	13,24	2,21	62
2) Engelsberg . .	6,0	11,8	32,5	6,3	7,8	4,7	1	3,41	7,06	1,0	0	37,7	10,45	1,74	63
3) Billsjö	7,0	13,2	29,8	6,8	7,5	4,9	1	2,18	5,55	1,3	0	34,4	11,12	1,85	58
4) Åg	9,0	14,0	36,0	6,0	8,0	5,3	1	3,41	4,12	1,5	0	42,4	10,86	1,81	71
5) Hede	5,0	10,0	32,0	6,0	8,3	4,0	1	4,12	4,91	1,2	100	40,0	10,69	1,78	62
6) Dalfors . . .	5,6	14,0	31,6	5,0	6,8	4,5	1	4,91	3,83	1,3	100	39,8	12,16	2,03	53
7) Riddarhyttan . .	5,5	14,3	36,0	4,0	8,0	4,5	2	2,46	6,82	0,8	150	35,2	11,80	1,97	60
8) Iekholmen . .	6,0	12,0	29,2	5,0	7,5	4,7	2	4,36	9,82	1,0	150	36,7	11,65	1,94	62
9) Flatenberg . .	6,0	11,0	29,5	5,0	7,5	4,8	1	3,41	4,91	1,0	200	39,3	9,52	1,59	67
10) Sunnansjö . .	9,5	12,0	31,0	5,8	8,0	5,0	1	5,32	6,04	1,0	200	41,8	8,32	1,39	81
11) Strömsdal . .	6,8	12,1	30,3	7,9	8,6	4,9	1	4,51	4,91	1,0	200	46,2	8,09	1,35	91
12) Björsjö . . .	5,0	10,0	30,8	6,7	8,5	4,5	1	4,12	5,76	0,9	250	49,4	7,71	1,29	90

werden, so sind hierbei noch folgende Angaben zu berücksichtigen. Der Ofen (3) stand in Betrieb 80 Tage. Die Oefen (1), (5), (7), (8), (11) und (12) standen in Betrieb 100—150 Tage; die Oefen (2), (4), (6) und (9) 150—200 Tage, und der Ofen (10) 236 Tage. — Wenn uns auch zur genauen Würdigung der Betriebsverhältnisse aller dieser Oefen nähere Angaben über die Qualität der verschmolzenen Erze (grösstentheils wohl Magneteisensteine) fehlen, so ist die gegebene Tabelle doch ausreichend, um die Verminderung des relativen Kohlenverbrauchs und die Vermehrung der absoluten Production durch Anwendung erhitzter Gebläseluft auf sehr evidente Art herauszustellen. Dass man sich in Schweden dieses Mittels nicht in der Ausdehnung und dem Grade bedient, wie in vielen anderen Ländern, hat wohl grossentheils darin seinen Grund, dass man den alten guten Ruf des schwedischen Eisens nicht einem ökonomischen Vortheile zum Opfer bringen will, welcher unter gewissen Umständen nur ein scheinbarer ist, ja selbst zum Nachtheile werden kann. Wenigstens mag dies von denjenigen Hohöfen gelten, deren Roheisenproduction grösstentheils für den Frischprocess bestimmt ist.

Die *norwegischen Holzkohlen-Hohöfen* nähern sich in ihrer Construction theils den schwedischen, theils den deutschen Hohöfen. Erze und Brennmaterial sind in Norwegen von ganz ähnlicher Beschaffenheit wie in Schweden. — Der Hohofen zu *Bärum* hatte zu Anfang seiner zweijährigen Schmelzcampagne 1838—1840 eine Schachtform, wie die eben citirte Form darstellt. Seine Hauptdimensionen waren damals folgende. Höhe vom Bodenstein bis zur Gicht = $30^1/_2$ Fuss; Höhe des Kohlensackes über dem Bodenstein 12 Fuss. Die Gestellhöhe lässt sich nicht genau angeben, da sich das Gestelle nahe oberhalb der Form zu erweitern anfängt und sich auf der Form- und Windseite allmälig in die Rast verläuft. Aus demselben Grunde lässt sich auch der beträchtliche Rastwinkel nicht näher bestimmen. Durchmesser der Gicht = $4^1/_2$ Fuss, des Kohlensackes = 8 Fuss, und des Gestelles unmittelbar über der Form = 1 Fuss 10 Zoll. Im Jahre 1844, dem letzten einer andern zweijährigen Schmelzcampagne, auf welche sich die folgenden Angaben beziehen, hatte der Ofen eine etwas andere, jedoch nicht wesentlich von der beschriebenen abweichende Construction. Die bis auf etwa 200° C. erhitzte Gebläseluft wurde durch eine $2^1/_2$ Zoll im Durchmesser haltende Düse mit $^3/_4$ Zoll Quecksilber-Pressung eingeblasen. Die verwendeten Erze bestanden aus kalkigem und kieseligem Magneteisenstein, welche, gattirt und ohne Zuschlag verschmolzen, zu 40 bis 42 Proc. eines grossentheils zu Gusswaren, theils aber auch zur Stabeisenfabrikation verwendeten grauen Roheisens ausgebracht wurden. Relativer Kohlenverbrauch = 1,36. Tägliche Production 64 Ctr.*). — Der

*) Bei diesen Angaben wurden folgende Daten zu Grunde gelegt. Die ganze Roheisen-Production des Jahres 1844 betrug 7212 Schiffpfd., 13 Liespf. norweg., wozu 5939 Last norweg. Kohlen verbraucht wurden. — 1 Last trockene Kohlen (à 12 Tonnen zu $4^1/_2$ Kubikf.) wog 1 Schiffpfd. 12 Liespfd. 3 Pfd. bis 1 Schiffpfd.

Hohofen zu *Fossum* war im Jahre 1842 von einer Schachtconstruction, welche sich der vorgedachten näherte. Schachthöhe = 30 Fuss. Grösste Schachtweite = 7 Fuss 8 Zoll. Düsendurchmesser = $2\frac{1}{4}$ Zoll. Windpressung = $\frac{5}{6}$ — 1 Zoll Quecksilber. Windtemperatur = 300° C. Die mit Kalkzuschlägen beschickten Erze wurden zu 35 — 38 Proc. ausgebracht und das dargestellte Roheisen theils zur Giesserei, theils zum Verfrischen verwendet. Relativer Kohlenverbrauch = 1,3 — 1,4. Tägliche Production = 70 — 74 Ctr. — Im Hohofen zu *Hassel* verschmelzt man Eisenglanz und Magneteisenstein, deren Gattirung zu 25 — 26 Proc. ausgebracht wird, wobei man sich nur eines sehr geringen Kalkzuschlages (von ungefähr 3 Proc.) bedient. Das Roheisen wird zu Gusswaaren und zur Darstellung von Stabeisen benutzt. In einer Betriebswoche des Jahres 1838 erzeugte man aus 280 Schiffpfd. 15 Liespfd. Erz eine Quantität von 71 Schiffpfd. $19\frac{3}{4}$ Liespfd. Roheisen, mit einem Aufgange von 150 Schiffpfd. $3\frac{3}{4}$ Liespfd. Kohlen. Dies entspricht einem relativen Kohlenverbrauch von 2,08, und einer täglichen Production von 33 Ctrn. — Die beiden Hohöfen zu *Näss* bei Arendal haben ähnliche Dimensionen, wie der Hohofen zu Bärum. Man bläst mit einer Düse von $2\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser, und mit einer Pressung von 1,15 Zoll Quecksilber. Temperatur der Gebläseluft = 200° C. Es werden geröstete Arendaler Magneteisensteine grösstentheils zu grauem Roheisen verschmolzen. Im Jahre 1848 waren die Betriebsverhältnisse folgende: Bei einem Ausbringen der Erze zu ungefähr 45 Proc. waren zu 1 norweg. Schiffpfd. Roheisen 9 — 10 Tonnen (Nadelholz-) Kohlen erforderlich. Dies entspricht, unter Zugrundelegung der oben — beim Bärumer Hohofen — angeführten Gewichtsverhältnisse, einem relativen Kohlenverbrauch von 1,30. Tägliche Production = 70 Ctr.

Die *russischen Holzkohlen-Hohöfen* sind meist von sehr grossartigen Dimensionen, und haben, da sie grösstentheils reiche Erze verschmelzen, eine so bedeutende tägliche Production, wie sie von keinen anderen Holzkohlen-Hohöfen des Continents übertroffen wird. Folgende Beispiele werden die Betriebsverhältnisse einiger dieser Oefen vor Augen legen. Auf dem kaiserl. Eisenhüttenwerke *Goroblagodatsk* sind 8 Hohöfen, welche Magneteisensteine vom Berge Blagodat und Brauneisensteine von verschiedenen Gruben verschmelzen. Die in neuerer Zeit hauptsächlich angewendeten Erze sind folgende: 1) Magneteisenstein, erste Sorte (Nr. 2 nach der Bezeichnung), besteht nach der Analyse aus: 86,30 Eisenoxydul, 4,86 Titansäure, 1,44 Manganoxydoxydul, 1,05 Magnesia, 1,44 Kalkerde und 7,55 Kieselerde. 2) Magneteisenstein, zweite Sorte Nr. 8), bestehend aus: 73,32 Eisenoxydoxydul, 4,26 Manganoxydoxydul, 1,10 Magnesia, 7,27 Kalkerde, 3,94 Thonerde, 8,46 Kieselerde. 3) Magneteisenstein, dritte Sorte (Nr. 9), bestehend aus: 87,54 Eisenoxydoxydul, 4,06 Titansäure, 0,93 Man-

---

13 Liespfd. 1 Pfd., durchschnittlich also 1 Schiffpfd. 12 Liespfd. 10 Pfd. — 1 Schiffpfd. = 320 Pfd. = 3,2 Zollctr. —

ganoxydoxydul, 0,86 Magnesia, 240 Kalkerde, 2,26 Thonerde und 4,54 Kieselerde. 4) Brauneisenstein von der Grube Balakinsk: 52,60 Eisenoxyd, 2,73 Manganoxydoxydul, 0,63 Kalkerde, 2,87 Thonerde und 42,57 Kieselerde. 5) Brauneisenstein von der Grube Kedrofka: 67,39 Eisenoxyd, 0,30 Magnesia, 0,30 Kalkerde, 4,17 Thonerde und 27,82 Kieselerde. 6) Brauneisenstein von der Grube Lewinsk: 70,50 Eisenoxyd, 3,00 Thonerde und 27,20 Kieselerde. 7) Brauneisenstein von der Grube Nischneturinsk: 43,00 Eisenoxyd, 0,31 Magnesia, 0,46 Kalkerde, 7,48 Thonerde und 48,15 Kieselerde. Einige dieser Erze werden in Haufen, andere in Schachtöfen (die schwefelhaltigen mit Wasserdampf) geröstet. Ein Hohofen von Goroblagodatsk hat folgende Dimensionen. Ganze Höhe des Ofens = 49 Fuss; Gestellhöhe = 8 Fuss; verticale Rasthöhe = 13 Fuss; Gichtdurchmesser = 7 Fuss; Kohlensackdurchmesser = 14 Fuss. Ein solcher Ofen wird mit 2 Formen betrieben, in welchen sich Düsen von 3—3,5 Zoll Durchmesser befinden. Die Pressung des (kalten) Windes beträgt 2—3 Zoll Quecksilber. Die als Brennmaterial dienenden Kohlen sind aus Kiefer-, Tannen- und Fichtenkohlen gemischt. Ein Korb solcher Kohlen, von 70 Kubikf. Inhalt, wiegt durchschnittlich 20 Pud, 1 Kubikf. preuss. also etwa 11 preuss. Pfund. Die Beschickung variirt nach den verschiedenen Arten des dargestellten Roheisens. Bei der Darstellung von Roheisen zur Stabeisenfabrikation besteht eine Gicht aus 5—6 Pud Magneteisenstein erster Sorte, 5—4 Pud desgleichen zweiter Sorte, 12—13 Pud desgleichen dritter Sorte, 2—1 Pud Brauneisenstein von Balakinsk und 2—4 Pud Kalkstein. Um Roheisen für den Guss der Munition und anderer Waaren zu erzeugen, setzt man eine Gicht zusammen aus: 6—8 Pud Magneteisenstein erster Sorte, 9—10 Pud desgl. dritter Sorte, 8—6 Pud Brauneisenstein von Balakinsk und 4 Pud Kalkstein. Zur Roheisenerzeugung für den Kanonenguss enthält eine Gicht: 12 Pud Magneteisenstein erster Sorte, 8 Pud Brauneisenstein von Balakinsk, 8 Pud desgl. von Nischneturinsk, 5 Pud desgl. von Lewinsk, 4 Pud desgl. von Kedrofka und $4\frac{1}{4}$ Pud Kalkstein. Der Kohlensatz bei einer jeden dieser Gichten beträgt 20 Pud. Täglich gehen 50—60 Gichten durch, welche 900—1000 Pud Roheisen liefern. Relativer Kohlenverbrauch = 1,1—1,2. Tägliche Production = 300—330 Ctr.

Der Hohofen von *Kamensk* (Bergdistrict Katharinenburg) verschmelzt sehr poröse Brauneisensteine und Eisenocker, mit einem durchschnittlichen Eisengehalte von 38 Proc. Beide werden nicht geröstet, sondern nur durch die Gichtflamme getrocknet. Als Brennmaterial wendet man ein Gemenge von $\frac{4}{5}$ Kiefern- und $\frac{1}{5}$ Birkenkohle an. Der Ofen ist 33 Fuss 10 Zoll hoch, seine Gestellhöhe beträgt 7 Fuss und seine verticale Rasthöhe 11 Fuss 8 Zoll. Gichtweite = 7 Fuss, Kohlensackweite = 11 Fuss 8 Zoll, Gestellweite an der Rast = 3 Fuss 8 Zoll und am Bodenstein = 2 Fuss 4 Zoll. Er ist mit 2 Düsen, jede von 2,6 Zoll Durchmesser versehen. Windpressung = 2—3 Zoll Quecksilber. Eine Gicht besteht aus 20 Pud Kohle, 30—40 Pfd. Erz und 3 Pud Kalk

(Kalksand). Täglich gehen 40 Gichten durch, welche 500—700 Pud ausserordentlich dünnflüssiges Roheisen zum Kanonen- und Munitionsguss liefern. Relativer Kohlenverbrauch = 1,14—1,60. Tägliche Production = 165—230 Ctr.

Der Hohofen von *Slatoust* wird mit Brauneisensteinen von ungefähr 50 Proc. Eisengehalt betrieben. Die Erze werden geröstet und mit einem aus $^3/_4$ Birken- und $^1/_4$ Lärchenkohle gemengten Brennmaterial verschmolzen. Der Hohofen ist $46^3/_4$ Fuss hoch, und hat 2 Düsen von 3,5 Durchmesser, welche einen Wind von 2,5 Zoll Quecksilber-Pressung ausblasen. Jede Gicht besteht aus 24 Pud Kohlen, 41 Pud Erz und 5 Pud Sand (Quarzsand?). Täglich gehen 53 Gichten durch und erzeugen 650—750 Pud Roheisen, welches theils zum Guss, theils zur Stabeisenfabrikation verwendet wird. Relativer Kohlenverbrauch = 1,7—1,9. Tägliche Production = 215—250 Ctr. — Der Hohofen zu *Kasinsk* (Bergdistrict Slatoust) hat eine Höhe von nur 35 Fuss. Es werden geröstete Brauneisensteine und Eisenocker in ihm verschmolzen. Als Brennmaterial dienen Birkenkohlen. Die Düse ist 3,5 Zoll weit und liefert Wind von 1,5 Zoll Quecksilber-Pressung. Jede Gicht besteht aus 24 Pud Kohle, 36—42 Pud geröstetem Erz und 12 bis 15 Pud Dolomit. Täglich werden 40 Gichten durchgesetzt, welche 650 Pud Roheisen für die Giesserei und die Stabeisenfabrikation liefern. Relativer Kohlenverbrauch = 1,48. Tägliche Production = 215 Ctr. — Die Hohöfen zu *Nischnetagilsk*, 4 an der Zahl, verschmelzen Magneteisensteine, welche theils in Haufen, theils in Schachtöfen geröstet werden. Das Brennmaterial besteht aus einem Gemenge von $^3/_4$ Fichten- und $^1/_4$ Kiefernkohle. Die Höhe eines Ofens beläuft sich auf $37^1/_2$ Fuss bei einer Gestellhöhe von 7 Fuss und einer verticalen Rasthöhe von 7 Fuss 7 Zoll, Gichtweite = 7 Fuss, Kohlensackweite = 11 Fuss, obere Gestellweite = 3,5 Fuss, untere Gestellweite = 2,33 Fuss. Düsendurchmesser = 2,6 Zoll. Pressung des Windes = 3,5 Zoll Quecksilber. In 14 Stunden werden 35 Gichten durchgeschmolzen, jede Gicht bestehend aus 23 Pud Kohle, 30—35 Pud Erz und 2 Pud Kalkstein, und dabei täglich gegen 700 Pud Roheisen producirt, welches grösstentheils zur Stabeisenfabrikation verwendet wird. Relativer Kohlenverbrauch = 1,15. Tägliche Production = 230 Ctr. — Die 2 Hohöfen zu *Alapajewsk* sind 49 Fuss hoch, und werden mit Düsen von 4,37 Zoll Durchmesser und einem 3 Zoll Quecksilber gepressten Winde betrieben. Eine Gicht besteht aus 26 Pud Birkenkohle, 52 Pud Erz (geröstete Magnet- und Brauneisensteine), 3—7 Pud Eisenfrischschlacken und 5 Pud quarzigem Kalkstein. Mit 45 täglichen Gichten erzeugt man gegen 1200 Pud Roheisen. Relativer Kohlenverbrauch = 1,0. Tägliche Production beinahe 400 Ctr. — Der Hohofen zu *Poschefsk* hat eine Höhe von 56 Fuss. Jede Gicht besteht aus 36 Pud Kiefernkohle, 59 Pud Brauneisenstein und 12 Pud Kalkstein. Es sind 2 Düsen von 2,6 Zoll Durchmesser vorhanden, welche einen Wind von 3 Zoll Quecksilber-Pressung ausblasen. Aus 20 täglich durch-

gesetzten Gichten erfolgen 600 Pud Roheisen. Relativer Kohlenverbrauch = 1,2. Tägliche Production = 200 Ctr. —

In der der Krone gehörenden Hütte zu *Wyksunsk* (Berg- und Hüttenm. Zeit., 1852, Nr. 29) wird seit 1843 *gedörrtes Holz* statt Kohle angewendet. Das Holz erleidet beim Dörren einen Gewichtsverlust von 30 Proc. Es veranlasst einen vollkommen regelmässigen Gichtengang, eine grosse Reinlichkeit im Gestelle und ein sehr gutes Product. Die Haushalts-Resultate, die man bei diesem Betriebe erlangt hat, sind folgende: Eine Dessiatine Wald giebt 15566 Kubikfuss Holz, woraus man 6084 Kubikfuss Kohlen darstellen kann. Diese Kohlenmenge reicht für $54^1/_4$ Gichten. Dagegen geben $22^1/_2$ Faden oder 15566 Kubikfuss Holz 18 Faden reines gedörrtes Holz. Wird dieses nun in kleine Stücke zersägt und zerspalten, so reicht es für 108 Gichten aus. Die Erzgichten sind für Kohle und Holz gleich. Dieselbe Holzmenge gewährt also im gedörrten Zustande die doppelte Schmelzkraft als verkohlt.

Der Durchschnittspreis für das aus verschiedenen Entfernungen herbeigeschaffte Holz beträgt sammt Dörren 27 Rubel Bco. per Faden (54 Kubikarschin). Das Maass Kohlen ($66^3/_4$ Kubikfuss) kostet 3 Rubel Bco. — Hieraus ergiebt sich folgende Berechnung:

Eine Dessiatine giebt an gedörrtem Holze für 108 Gichten des Hohofens zum Betrage von	486	Rubel	—	Kop.
oder für jede Gicht ist der Holzbedarf = .	4	„	50	„
Für dieselben 108 Gichten gebraucht man $177^1/_2$ Maass Kohlen = ...	532	„	50	„
oder für jede Gicht ist der Kohlenbedarf =	4	„	93	„

Folglich ist jede Kohlengicht um 43 Kop. theurer als eine Holzgicht, und man muss dazu zwei Dessiatinen Wald abtreiben.

Es wurden zwei Hohöfen zusammen 38 Wochen mit gedörrtem Holze betrieben; es gingen in dieser Zeit 7741 Gichten.

Es wurde an Roheisen ausgebracht	114,887 Pud.
An Erz verbraucht	233,831 „
An Holz verbraucht	$1301^1/_8$ Faden.

Folglich kostete das Holz 35,130 Rubel $37^1/_2$ Kop. Jedes Pud Roheisen brauchte für $30^1/_2$ Kop. Holz. Bei der Anwendung von Kohle ergäbe sich aber folgende Rechnung: Auf 7741 Gichten würden, für jede Gicht 115 Tschetwerik gerechnet, im Ganzen $12717^1/_2$ Maass Kohlen kommen; das Maass zu 3 Rubel, macht 38,152 Rubel. Daher kosteten die Kohlen auf 1 Pud Roheisen $33^1/_4$ Kopeken. Jedes Pud Roheisen wird daher mit Holz um $2^3/_4$ Kop. wohlfeiler producirt, als mit Kohle. Da nun auf der Hütte zu Wyksunsk fünf Hohöfen mit einer Jahresproduction von 600,000 Pud (etwa 218,200 preuss. Ctr.) vorhanden sind, so stellt sich die Ersparniss heraus, dass jährlich nur 500 Dess. statt 1000 Dess. abgeholzt zu werden brauchen, und dass am Gelde 16500 Rubel Bco. erspart werden.

Beispiele von dem verschiedenen relativen Brennmaterialverbrauch bei *Steinkohlen- und Koaks-Hohöfen* gewähren im Allge-

meinen für die Theorie des Eisenhohofen-Processes ein weniger grosses Interesse, als Beispiele dieser Art bei Holzkohlen-Hohöfen. Die auf den verschiedenen Hüttenwerken zum Hohofenbetriebe angewendeten Koaks sind oft von so abweichender Beschaffenheit, dass gleichen Gewichtsmengen derselben noch weniger sicher ein gleicher Wärmeeffect zugeschrieben werden kann, als dies zum Theil schon bei Holzkohlen der Fall ist. Letztere besitzen keinen erheblich verschiedenen Aschengehalt, und man kann daher gut verkohlten Holzkohlen, gleichviel von welchen Holzarten dieselben herrühren, wenigstens einen annähernd *absoluten* Wärmeeffect zuschreiben. Der einzige Fehler von Bedeutung, welcher hierbei begangen werden kann, besteht in einem verschiedenen Gehalte an hygroskopischer Feuchtigkeit. Einerseits aber liegt es zu sehr im Interesse der Eisenhüttenwerke, eine möglichst lufttrockene Holzkohle anzuwenden, als dass ein lange fortgesetzter Gebrauch feuchter Kohlen zu befürchten stände, und andererseits wird der durchschnittliche relative Brennmaterialverbrauch innerhalb eines Betriebsjahres oder einer mehrjährigen Schmelz-Campagne nicht gerade bedeutend verändert, wenn solche fehlerhafte Kohle während kürzerer Perioden wirklich zur Anwendung gekommen, und dies bei der Durchschnitts-Berechnung nicht in Anschlag gebracht sein sollte. Der relative Brennmaterialaufwand bei verschiedenen Holzkohlenöfen gestaltet daher nicht selten interessante Vergleiche, aus denen für Theorie und Praxis gleichwichtige Schlüsse gezogen werden können.

Nicht so ist es in Betreff der Koaks-Hohöfen, bei denen sich analoge Vergleiche nur unter Berücksichtigung mancherlei Umstände anstellen lassen, deren Einfluss auf das Resultat meist sehr schwierig veranschlagt werden kann. Eine solche Vergleichung setzt zunächst voraus, dass man die Aschenmengen der betreffenden Koaks genau kennt. Angaben hierüber vermisst man aber nur zu oft, und wo sie vorhanden sind, ist ihre Zuverlässigkeit nicht immer ausser Frage gestellt. Letzteres schon aus dem Grunde, weil die Ermittelung des durchschnittlichen Aschengehaltes verschiedener Koakssorten mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden zu sein pflegt. Selbst bei Steinkohlen eines und desselben Flötzes kann die procentale Aschenmenge bedeutend differiren; um so mehr muss dies bei den daraus erzeugten Koaks der Fall sein. Ferner ist hier zu berücksichtigen, dass aschenreiche Koaks von 10—12 Proc. Asche und darüber, verglichen mit 3—5 Proc. Asche haltenden Koaks, in der That einen noch geringern Nutzeffect im Hohofen leisten, als sich aus dem Verhältnisse dieser Zahlen unmittelbar ergiebt. Ein grosser Aschengehalt der Koaks verzögert die Verbrennung derselben schon an und für sich; indem aber die Asche mit anderen Theilen der Beschickung zusammensintert, bildet sie eine mehr oder weniger dichte Umhüllung solcher Koaks, welche ihre vollkommene Verbrennung erschwert, und dieselben um so mehr gegen aschenwärmere Koakssorten im Effecte zurückstehen lässt. Ausserdem ist die Art der Asche zu berück-

sichtigen. Schwefelkieshaltige Steinkohlen verlieren durch die Verkohlung nur einen Theil ihres Schwefelgehaltes, und gypshaltige behalten denselben hierbei so gut wie ganz. Dieser Schwefelgehalt der Koaks bewirkt im Hohofen die Erzeugung eines schwefelhaltigen Roheisens, begünstigt dadurch die Schmelzbarkeit der Erze, und wirkt, obschon nachtheilig auf die Qualität, doch vermehrend auf die absolute Quantität der Production ein. Endlich darf auch der oft verschiedene Grad der Porosität der Koakssorten nicht ausser Acht gelassen werden. Dichte Sinterkoaks können, alle übrigen Umstände gleich gesetzt, keinen so hohen pyrometrischen Wärmeeffect haben, als poröse, und dabei hinreichend feste Backkoaks, in welche die Gebläseluft besser eindringen und innerhalb eines gegebenen Raumes eine grössere Menge Kohlenpartikel gleichzeitig verbrennen kann.

Ist es schon schwierig, den relativen Brennmaterialverbrauch verschiedener Koaks-Hohöfen richtig zu beurtheilen, so vermehren sich die Schwierigkeiten noch beträchtlich, wenn es sich darum handelt, dies vergleichsweise zwischen Koaks- und Holzkohlen-Hohöfen zu thun. Hier kommt hauptsächlich noch in Betracht, dass bei nicht wenigen Koaks-Hohöfen ganz andere Betriebs-Principien verfolgt werden, als dies in der Regel bei Holzkohlen-Hohöfen der Fall ist. Bei ersteren ist die Grösse der absoluten Production (der innerhalb einer gewissen Zeit dargestellten Menge des Roheisens) oft das vornehmste Ziel, welches man, sogar mit Vernachlässigung der Qualität des erzeugten Roheisens, zu erzeugen strebt. Es geschieht dies zum Theil aus dem Grunde, weil man mit unreinen Koaks selbst bei gemässigterm Betriebe kein zum Verfrischen besonders geeignetes Roheisen erhalten würde, und sich deshalb durch eine möglichst grosse Production von Gussroheisen schadlos zu halten sucht. Schon die Construction dieser meist mit sehr steiler Rast versehenen Koaks-Hohöfen ist auf einen lebhaften Schmelzgang berechnet, welcher durch ein beträchtliches Quantum erhitzter und stark gepresster Gebläseluft bis zu einem ausserordentlichen Grade gesteigert wird. Bei Holzkohlen-Hohöfen lässt sich eine so extreme Steigerung der Production in der Regel nicht erreichen, und zugleich pflegt es hier das Interesse zu gebieten, lieber weniger und gutes, als viel und mittelmässiges Eisen zu produciren.

Diese Bemerkungen mussten vorausgeschickt werden, um die folgenden, sich auf die Koaks-Hohöfen beziehenden Angaben sowohl unter sich, als in Bezug auf die Holzkohlen-Hohöfen im rechten Lichte erscheinen zu lassen.

Die *belgischen Koaks-Hohöfen* *). Die in diesen Oefen verschmolzenen Erze bestehen grösstentheils in derben, zum geringen Theil in milden Brauneisensteinen; sehr selten wendet man Roh-

*) Aus *Eck*'s Aufsatz „Ueber den Betrieb der Koaks-Hohöfen in Belgien mit besonderer Beziehung auf die Königshütte in Oberschlesien“ (*Karsten*'s Arch., Bd. 23, S. 661. Berg- u. Hüttenm. Zeit., Bd. 9, S. 532) entnommen.

eisensteine an, weil das daraus erzeugte Roheisen beim Verfrischen ein etwas kalkbrüchiges Stabeisen zu geben pflegt. Um die Erze von mechanisch anhängenden lettigen Theilen zu säubern, welche in mehrfacher Hinsicht ungünstig auf den Schmelzprocess einwirken würden, unterwirft man dieselben einer Wäsche. Die gewaschenen Erze halten 35 — 40 Proc. Eisen, oder werden wenigstens zu einem solchen Gehalte ausgebracht. Man beschickt sie gewöhnlich mit 35 — 40 Proc., zuweilen sogar mit einer noch beträchtlichern Quantität eines Uebergangskalksteins von ausgezeichneter Reinheit. Die zum Verschmelzen dienenden Koaks werden aus backenden Steinkohlen von vorzüglicher Güte dargestellt. Sie sind aschenarm, fest und dabei porös, besitzen also alle Eigenschaften, welche Koaks empfehlenswerth zum Hohofen-Processe machen können. 1 Kubikfuss preuss. derselben wiegt $26\frac{1}{2}$ Pfd. Die Hohöfen sind zwischen 48 — 50 Fuss engl. ($46\frac{2}{3}$ bis $48\frac{1}{2}$ Fuss preuss.) hoch, mit Ausnahme eines Ofens von Grivegne und eines von Couillet, von denen der erstere 60 Fuss engl. ($58\frac{1}{4}$ Fuss preuss.) und der andere 45 F. engl. ($43\frac{2}{3}$ Fuss preuss.) Höhe besitzt. In letzterem werden Koaks angewendet, welche sich durch ihre leichte Verbrennlichkeit (grosse Porosität) auszeichnen. Kohlensack und Gicht verhalten sich, ihrem Flächeninhalte nach, bei allen diesen Oefen wie 1 zu 0,25 bis 0,286, bei jenem ausnahmsweise hohen Ofen von Grivegné wie 1 zu 0,22. Als Beispiel von dem räumlichen Inhalte dieser Oefen kann es dienen, dass einer der grösseren derselben (zu Selessin) 3688 Kubikfuss Capacität besitzt. — Ueber die Windmengen, welche die belgischen Koaks-Hohöfen in der Minute erhalten, giebt *Eck* Folgendes an:

Ein	Ofen	zu	Selessin	erhält	in	der	Minute	3530	Kubikfuss	Wind,
„	„	„	Espérance	„	„	„	„	2881	„	„
„	„	„	Seraing	„	„	„	„	2730	„	„
„	„	„	Grivegné	„	„	„	„	3796	„	„
„	„	„	Couillet	„	„	„	„	3058	„	„
„	„	„	Châtelineau	„	„	„	„	3636	„	„

Diese Windmengen, welche auf 28 Zoll Pariser Bar. und 0° Therm. reducirt sind, wurden bei den ersten 4 der genannten Oefen aus dem Gange der Gebläsemaschine (Hubhöhe, Kolbenfläche und durchschnittliche Anzahl der Kolbenspiele in der Minute) berechnet; bei den zwei letzten derselben dagegen aus dem Manometerstande und dem Düsen-Querschnitte. Sämmtliche Oefen, mit Ausnahme dessen von Grivegné, sind mit 2 Düsen versehen. Der Ofen von Grivegné hat 4 Düsen, von denen 2 in der Rückwand und je eine in jeder der beiden Seitenwände angebracht sind. Erstere haben $1\frac{1}{2}$, letztere $2\frac{1}{2}$ Zoll engl. Durchmesser. Die Windpressungen betragen beim Ofen von Selessin $5\frac{1}{2}$ Zoll Quecksilber, bei den Oefen von Seraing, Grivegné, Couillet und Châtelineau 7 bis $7\frac{3}{4}$ Zoll Quecksilber, und beim Ofen von Espérance $8\frac{1}{2}$ Zoll Quecksilber. Früher bediente man sich einer stark erhitzten Ge-

bläseluft, deren Temperatur mitunter 300° C. erreichte. Da aber die Erfahrung herausstellte, dass dies von nachtheiligem Einfluss auf die Güte des Roheisens war, so ging man allmälig in der Erhitzung des Windes zurück, und wendet jetzt fast allgemein nur eine sehr schwache, höchstens auf 75°—100° C. erhitzte Gebläseluft an. Das producirte Roheisen besteht grösstentheils in weissem Frischroheisen, *fonte d'affinage*, zum weit geringern Theile in grauweissem und grauem Gussroheisen, *fonte de moulage*, und nur selten wird halbirtes Roheisen, *fonte truitée*, erzeugt. Der durchschnittliche relative Koaksverbrauch beträgt

bei *fonte d'affinage* 1,50—1,65,
bei *fonte de moulage* 2,00—2,40.

Die durchschnittliche tägliche Production lässt sich bei *fonte d'affinage* zu 320 Ctr., und bei *fonte de moulage* zu 215 Ctr. veranschlagen.

Die *Koaks-Hohöfen zu Königshütte in Oberschlesien.* Die in den oberschlesischen Hohöfen verschmolzenen Erze bestehen, wie die belgischen, in derben und milden (mulmigen) Brauneisensteinen, doch mit dem wesentlichen Unterschiede, dass letztere bei Weitem die vorherrschenden sind. Der mittlere Eisengehalt ihrer Gattirung beläuft sich gewöhnlich auf 32–33 Proc., höchstens auf 35 Proc. Eine Reinigung und zugleich Anreicherung der Erze durch Waschen, wie es in Belgien gebräuchlich ist, lässt die mulmige Beschaffenheit derselben nicht zu. Die oberschlesischen Koaks sind von sehr verschiedener Art, aber — etwa die von Zabrze ausgenommen — durchgängig von bedeutend geringerer Güte als die belgischen. Die auf der Königshütte angewendeten Koaks, aus Sand und Sinterkohlen dargestellt, sind sehr dicht und aschenhaltig, so dass das durchschnittliche Gewicht eines Kubikfusses derselben $33^3/_4$—$34^1/_3$ Pfd. erreicht. Kalkzuschläge werden in Belgien im Allgemeinen in grösserer Quantität als in Oberschlesien angewendet. Während dieselben bei einigen belgischen Hohöfen (Ougrée, Espérance, Sclessin, Couillet, Châtelineau) auf 100 Pfd. ausgebrachtes Roheisen 95—140 Pfd. (Seraing 170 Pfd.) betragen, sind sie auf der Königshütte = 78—100 Pfd. Einer der 4 Hohöfen dieses Hüttenwerkes hat einen räumlichen Inhalt von 1950 Kubikf. und erhält in der Minute 2250 Kubikf. Wind (aus dem Gange der Gebläsemaschine berechnet). Pressung des Windes = $6^1/_2$ Zoll Quecksilber. Man bläst, wie in Belgien, theils kalt, theils mit einer Gebläseluft von 75°—100° C. Die Kohlensackfläche jenes Ofens ist = 95 Quadratfuss (bei den belgischen Oefen = 135—226 Quadratfuss). Der Flächeninhalt der Gicht beträgt 0,18 von dem des Kohlensackes, ist also verhältnissmässig bedeutend kleiner als bei den belgischen Hohöfen, was durch die mulmige Beschaffenheit der Erze bedingt wird. Der relative Koaksverbrauch beläuft sich bei der Darstellung von grauem Roheisen auf 2,45. Tägliche Production = 85 Ctr.

Um eine Vergleichung der Betriebsresultate auf Königshütte mit denen in Belgien noch übersichtlicher zu machen, dazu dient

folgende Zusammenstellung, welche die wichtigsten Punkte enthält, die auf relativen Brennmaterial-Verbrauch und absolute Roheisen-Production von Einfluss sind.

	Königshütte.	Belgien.
1) Beschaffenheit der Erze . . .	mulmig	fest
2) Eisengehalt der Erzgattirung .	34,7 Proc.	38 Proc.
3) Menge des Kalkstein-Zuschlags	35 Proc.	40 Proc.
4) Beschaffenheit des Kalksteines .	?	sehr rein
5) 1 Kubikf. Koaks wiegt . . .	34 Pfd.	26½ Pfd.
6) Aschengehalt der Koaks . . .	beträchtlich	gering
7) Schwefelgehalt der Koaks . .	?	?
8) Ganze Höhe des Ofenschachtes .	40 Fuss	47—48 Fuss
9) Rastwinkel	65° — 66°	65° — 68°
10) Ofen-Capacität	1950 Kubikf.	3690 Kubkf.*)
11) Kohlensackfläche	95 Quadratf.	161 Quadratf.
12) Verhältniss der Gichtfläche zur Kohlensackfläche (= 1) . . .	0,18	0,26
13) Windmenge in der Minute . .	2250 Kubikf.	3530 Kubikf.
14) Windpressung . . , ...	6½ Z. Quecks.	5½—8½ Z. Q.
15) Windtemperatur	ungefähr gleich	
16) Rast-Capacität	13½	20
17) *Relativer Koaks-Verbrauch* . .	2,45	2,20
18) *Tägliche Production* . . . , .	85 Ctr.	215 Ctr.

Als Ursachen des grössern relativen Koaksverbrauchs bei dem Hohofen zu Königshütte im Vergleich mit den belgischen Hohöfen stellen sich hiernach zunächst folgende Umstände heraus.

Sub 1) die mulmige Beschaffenheit der auf Königshütte angewendeten Erze. Von welchem wesentlichen Einflusse der Aggregatzustand und die Festigkeit der Erze auf den Hohofenprocess sind, lässt sich leicht denken.

Sub 2) der über 3 Proc. geringere Eisengehalt der Erzgattirung.

Sub 5) und 6) der grössere Aschengehalt und die vielleicht zu grosse Dichtigkeit (zu geringe Porosität) der Koaks, wodurch dieselben zu schwer verbrennlich werden.

Wie der auf Königshütte angewendete geringere Kalkzuschlag in der gedachten Beziehung wirkt, ist nicht gut zu entscheiden. Einerseits erhält der Ofen dadurch eine verhältnissmässig geringere Menge von zu verarbeitender Schmelzmasse, was auf Brennmaterial-Ersparung hinwirkt, andererseits aber nähert sich die Schlacke dadurch weniger einem Singulo-Silicate, als bei den belgischen Hohöfen, deren Schlacken alle mehr oder weniger als Singulo-Silicate zu betrachten sein dürften. Das Singulo-Silicat der Kalkerde ist aber leichter schmelzbar, als das Bi-Silicat derselben; und folglich wäre es möglich, dass die belgischen Schlacken etwas leichtflüssiger ausfielen, als die zu Königshütte.

*) Die Angaben 10 — 13 bei den belgischen Hohöfen beziehen sich speciell auf einen der Hohöfen von Sclessin, dessen Dimensionen als die in Belgien gebräuchlichsten angesehen werden können.

Was die beträchtlich geringere Rastcapacität des Königshütter Hohofens betrifft, so will es scheinen, als sei dieselbe dem relativen Brennmaterial-Verbrauch und der absoluten Production nicht zum Vortheil. Jedoch lässt sich dies nicht eher genauer beurtheilen, als bis man die Geschwindigkeiten kennt, mit welchen sich die Schmelzsäule im Königshütter Ofen und in den belgischen Oefen niederwärts bewegt, denn von dieser Geschwindigkeit ist es abhängig, wie lange sich die Beschickung in den relativen Rasträumen *aufhält*. Auf folgende Weise lässt sich das Verhältniss dieser Geschwindigkeiten annähernd berechnen*).

Die Zeiten z und z_1, welche das Erz in zwei verschiedenen Hohöfen dazu braucht, um von der Gicht bis ins Gestelle zu gelangen, verhalten sich

wie die kubischen Inhalte i und i_1 dieser Oefen, und umgekehrt wie die während gleicher Zeiträume consumirten Volume des Brennmaterials und der Beschickung v und v_1.

Es findet daher die Proportion statt:

$$z : z_1 = \frac{i}{v} : \frac{i_1}{v_1} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1).$$

Jene während gleicher Zeiträume consumirten Volume v und v_1 verhalten sich aber

wie die absoluten Productionen p und p_1 beider Oefen, und umgekehrt wie die in 1 Kubikf. der gesammten Massen der Beschickung und des Brennmaterials enthaltenen Gewichtsmengen Eisen e und e_1,

was sich ausdrücken lässt durch die Proportion

$$v : v_1 = \frac{p}{e} : \frac{p_1}{e_1} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2).$$

Aus diesen Proportionen (1) und (2) erhält man die Gleichung:

$$\frac{z}{z_1} : \frac{i\ p_1\ e}{i_1\ p\ e_1} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (A).$$

Die numerischen Werthe der in dieser Formel enthaltenen Grössen sind

beim Hohofen zu Königshütte	bei den belgischen Hohöfen (Selessin)
$i = 1950$	$i_1 = 3690$
$p = 85$	$p_1 = 215$
$e = 3{,}98$	$e_1 = 3{,}86$ **).

*) Eine solche Berechnung würde sehr einfach und direct anzustellen sein, wenn genau bekannt wäre, wieviel Beschickungssätze (Gichten) jeder der beiden Hohöfen zu seiner vollständigen Füllung braucht, und wieviel solcher Gichten in einer gegebenen Zeit, z. B. in 24 Stunden, durchgesetzt werden.

**) Die mittleren Eisengehalte e und e_1 eines Kubikfusses der gesammten Massen der Beschickung und des Brennmaterials sind unter der Annahme berechnet, dass 1 Kubikf. der betreffenden Beschickungen durchschnittlich 90 Pfd. wiegt. Alsdann ergiebt sich, mit Zuziehung anderer Daten, annähernd:

$$e = \frac{90\ .\ 0{,}347}{1{,}35 + \frac{2{,}45\ .\ 90}{34}} = 3{,}98 \qquad e_1 = \frac{90\ .\ 0{,}38}{1{,}40 + \frac{2{,}20\ .\ 90}{26{,}5}} = 3{,}86$$

Setzt man diese Werthe in die Formel (A), so ergiebt sich

$$\frac{z}{z_1} = 1,38$$

Das Erz im Königshütter Ofen braucht also ungefähr 1,38 mal soviel Zeit, um von der Gicht bis ins Gestelle zu gelangen, als das in den belgischen Oefen. Die mittleren Geschwindigkeiten G und G_1, mit denen sich das Erz in beiden Oefen niederwärts bewegt, verhalten sich daher wie

$$G : G_1 = \frac{1950}{1,38} : 3690,$$

woraus man findet

$$\frac{G}{G_1} = 0,383,$$

d. h. das Erz im Königshütter Hohofen bewegt sich nur mit 0,383 der mittlern Geschwindigkeit niederwärts, welche das Erz in den belgischen Hohöfen besitzt. Da sich nun die kubischen Inhalte der respectiven Rasten wie 547 : 1200 (Sclessin) verhalten, so ergeben sich die Zeiten A und A_1, während welcher sich das Erz in den Rasten *aufhält*, durch die Proportion:

$$A : A_1 = \frac{547}{0,383} : 1200$$

und folglich

$$\frac{A}{A_1} = 1,19,$$

d. h. das Erz im Königshütter Hohofen befindet sich 1,19 mal so lange im Rastraume, als das im belgischen. Allein es fragt sich, ob dieser längere Aufenthalt, in Betracht der stattfindenden Umstände, als hinreichend zu erachten sei. Obwohl die Theorie hierüber nicht mit Sicherheit zu entscheiden vermag, dürfte doch die Verneinung dieser Frage wahrscheinlicher sein, als ihre Bejahung. Das grosse Hinderniss, welches eine dichtliegende Beschickung (von überdies vielleicht unreineren Erzen) der reducirenden und kohlenden Wirkung der Ofengase auf das Erz entgegenstellt, wird im vorliegenden Falle noch durch die Schwerverbrennlichkeit der Königshütter Koaks vermehrt. Letztere hat zur Folge, dass die in der Kohlungszone aus dem Kohlenoxydgas entstandene Kohlensäure schwieriger wieder zu Kohlenoxyd umgewandelt wird, als dies bei den porösen und leichter verbrennlichen belgischen Koaks geschieht. Die geringere Angreifbarkeit der Königshütter Koaks wird überdies noch durch ihren beträchtlichern Aschengehalt erhöht. Also wird die Beschickung im Königshütter Ofen nicht blos weniger gut von den Ofengasen durchströmt, sondern diese enthalten auch, namentlich in den oberen Ofentheilen, verhältnissmässig weniger Kohlenoxydgas. Somit ist es sehr wahrscheinlich, dass die Beschickung im erstern Ofen, trotz ihrem etwas längern Aufenthalte im Rastraume, dennoch *weniger gut vorbereitet in den Schmelzraum gelangt*, als in letzterem, und

solchenfalls hat der Königshütter Ofen ein weniger gekohltes und daher *strengflüssigeres Eisen zu verschmelzen*, als der belgische.

Es bleibt jetzt noch zu untersuchen übrig, welche Schmelzkraft, so zu sagen, der Ofen zu Königshütte dieser ihm zugemutheten grössern Schmelzarbeit entgegenzustellen vermag. Die Gestellräume des Königshütter und des belgischen Sclessiner Ofens verhalten sich wie 46 : 65.

Die pro Minute eingeblasenen Windmengen dieser Oefen sind 2250 Kubikf. und 3530 Kubikf.; also verhalten sich die Windquantitäten, welche ein bestimmter Raum des Gestelles pro Minute in beiden Oefen erhält, wie $\frac{2250}{46} : \frac{3530}{65} = 49{,}0 : 54{,}3$. Doch ist zu berücksichtigen, dass der Ofen zu Königshütte eine $6\frac{1}{2}$ Zoll, der zu Sclessin nur eine $5\frac{1}{2}$ Zoll (andere belgische Koakshohöfen dagegen $7 - 8\frac{1}{2}$ Zoll) gepresste Gebläseluft erhält. Schlagen wir diese Verhältnisse so an, dass die Wind-Capacitäten beider Oefen, in Betreff des im Gestelle (in der Schmelzzone) hervorgebrachten Effectes etwa gleich seien, so bleibt doch noch zu erwägen, dass die schwerer verbrennlichen und aschenreicheren Königshütter Koaks eigentlich wohl eine grössere Wind-Capacität erfordern, um einen eben so hohen Hitzgrad zu entwickeln als die belgischen. Herrscht nun aber im Gestellraum des Königshütter Ofens ein geringerer Hitzgrad als in dem des belgischen, und langt das Eisen im erstern überdies noch in einem weniger leichtschmelzbaren Zustande an, so ist klar, dass dies den Schmelzgang verhältnissmässig verzögern muss.

In Folge dieser Betrachtung ergiebt es sich als wahrscheinlich, dass die Rast-Capacität des Königshütter Ofens im Vergleich mit der der belgischen Oefen zu klein, d. h. der räumliche Inhalt des Gestelles bei ersterem Ofen zu gross sei.

Es ist kaum nöthig zu bemerken, dass die hier zwischen den belgischen Hohöfen und dem Königshütter Hohofen angestellten Vergleiche keinen andern Zweck haben sollen, als Beispiele von Betrachtungen zu geben, wie sie der rationelle Eisenhüttenmann anzustellen hat, um dem seiner Leitung anvertrauten Hohofenbetriebe die möglichste Vollkommenheit zu geben. Keineswegs aber können dieselben dazu dienen, den Betrieb der Königshütter Hohöfen — welchen bekanntlich einer der ausgezeichnetsten unter den deutschen Eisenhüttenleuten vorstand — in das rechte Licht gegen den der belgischen Hohöfen zu setzen. Ein Umstand, welcher unter den ungünstigen Verhältnissen der Königshütter Hohöfen im Vergleich zu den belgischen gewiss auch eine Rolle spielt, ist der sehr geringe Alkaligehalt der Königshütter Beschickung und Koaks. Von der Grösse dieses Alkaligehaltes hängt die Menge des gebildeten Cyans ab; letztere aber begünstigt mehr oder weniger die Kohlung des Eisens, und trägt mithin zu einer verhältnissmässigen Förderung des ganzen Schmelzganges bei.

Neuerlich, im Jahre 1853, hat man auf der Königshütte zwei

neue Hohöfen von der Grösse des unten zu beschreibenden Gleiwitzer erbauet, die im laufenden Jahre 1854 in Betrieb gekommen sind.

Die ebenfalls dem Staate gehörige Eisengiesserei zu *Gleiwitz* in Oberschlesien setzte am 10. Novbr. 1796 den ersten Koakshohofen auf dem Festlande in Betrieb, welcher jedoch in den Jahren 1851 und 1852 mit weit grösseren Dimensionen umgebaut wurde. Dieser neue Hohofen ist (nach Angaben in der preuss. Zeitschrift für Berg- Hütten- und Salinenwesen, 1853, Lief. 2, S. 158) $50^3/_4$ Fuss hoch, in der Gicht 6 Fuss und im Kohlensack 14 Fuss weit; seine Rasthöhe beträgt 10 Fuss bei einem Neigungswinkel von 67°. Das Gestelle ist 7 Fuss hoch, unten $2^1/_2$ Fuss und oben 4 Fuss weit. Das Gebläse wird durch eine Dampfmaschine von 85 Pferdekräften betrieben, deren Kessel von der aus den Verkoakungsöfen entweichenden Hitze gefeuert werden. Der Ofen hat drei Formen, allein es wurde nur mit zweien geblasen, die $2^1/_4$ bis $2^1/_2$zöllige Düsen haben, selbst 3 Zoll weit, geschlossen und mit Wasser gekühlt sind. Die Windpressung beträgt $2^1/_2$ bis $2^3/_4$ Pfd. Zu 100 Pfd. Eisen waren erforderlich: 335,9 Pfd. Tarnowitzer Erze und Thoneisenstein, 103,45 Pfd. Kalkstein und 7,61 Kubikf. = 203,3 Pfd. Koaks aus Backkohlenklein in Oefen bereitet. Das Ausbringen der Tarnowitzer Erze betrug 26, das der Thoneisensteine 37 Proc.; das Verhältniss beider war das von 100 zu 51,8. Das wöchentliche Ausbringen belief sich auf 1200 Ctr. Roheisen, welches theils in Kupol- und theils in Flammöfen umgeschmolzen und zur Giesserei verwendet wurde.

*Hohöfen in der englischen Provinz Wales**) — *Hohöfen zu Ystalyfera.* — Dieselben werden mit Anthracit oder magerer Steinkohle, die unverkoakt bleiben, betrieben. Brennmaterial und Kohleneisenstein kommen in der Nähe der Hütte vor. Die 9 Hohöfen sind $40^1/_2$ Fuss engl. hoch, das viereckige Gestelle hat eine Höhe von 8 Fuss, ist unten $4^1/_2$ und oben 6 Fuss weit, der 15 Fuss weite Kohlensack liegt 10 Fuss über dem Boden; die Gicht ist 10 Fuss weit. — Jeder Ofen hat 10 durch Wasser gekühlte Formen. Die eine liegt 7 Fuss hoch über dem Bodenstein auf der Tümpelseite, und 3 Stück befinden sich auf jeder der anderen drei Seiten desGestelles, und zwar so, dass die eine, die untere, 2 Fuss vom Bodenstein entfernt liegende, in der Mitte zwischen den beiden oberen liegt, welche letztere 3 Fuss vom Bodenstein entfernt sind. Auch die Gestelle können durch Wasser abgekühlt werden, weshalb sie mit dicken gusseisernen Platten umgeben sind, in denen eingegossene Röhren auf- und absteigen; dies ist bei der hohen Temperatur des Windes, welche die Zinkschmelzhitze erreicht, und bei den vielen Formen sehr nothwendig. Die Wind-

---

*) Aus des verewigten Hütteninspectors *Eck* Reisebericht, in *Karsten*'s Archiv, Band 25; so wie aus meiner Bearbeitung von *Valerius*' Roheisenfabrikation, S. 527 ff.

pressung beträgt durchschnittlich $4^1/_2$ Pfd. auf den Quadratzoll. Auf jeden Hohofen kommt eine Gebläsekraft von 37 bis 38 Pferdekraft. Die Gichtgase werden sowohl zur Heizung der Kessel für die Gebläsedampfmaschinen, als auch zur Feuerung der Winderhitzungsapparate angewendet. — Die einfachen Gichten bestehen gewöhnlich aus 7 Ctr. Anthracitkohlen und 10 Ctr. gerösteten Eisensteinen von 40 Proc. Eisengehalt; gewöhnlich werden Doppelgichten gesetzt. Der Kohlenverbrauch beträgt daher durchschnittlich 2 Ctr. zu 1 Ctr. Roheisen. Die wöchentliche Production beträgt 1500 bis 1600 Ctr. graues Roheisen zur Giesserei und von sehr fester Beschaffenheit.

Die Hüttenwerke *Cyfartha, Plymouth, Pen-y-darren* und *Dowlais* bei Merthyr Tydwill sind grossartige Etablissements, jedoch von älterer Einrichtung. Die Eisenerze sind grösstentheils Thoneisensteine, zum Theil werden aber auch Rotheisensteine aus Lancashire verschmolzen; beide Sorten werden geröstet. Das Brennmaterial besteht theils aus rohen Kohlen, theils aus Koaks, theils aus beiden zusammen, in der Regel zu gleichen Volumtheilen. Im erstern Falle wird sehr stark erhitzte, in letzteren beiden Fällen nur schwach erhitzte oder auch kalte Gebläseluft angewendet. Man richtet sich dabei theils nach der Beschaffenheit des zu erblasenden Roheisens, theils nach der Güte der Kohlen, je nachdem diese zu den mageren, sehr kohlenreichen, oder zu den bituminösen, beim Verkoaken sich stark aufblähenden gehören. Die Kohlen von *Dowlais* (mit 18 Hohöfen, von denen gewöhnlich 16 im Betriebe stehen) und *Pen-y-darren* (mit 7 Hohöfen) gehören vorzugsweise und grösstentheils zu jener magern Sorte. Die Hohöfen sind in der Regel 45 Fuss im Kernschacht hoch, wobei der Durchmesser des Kohlensackes 14 Fuss und der der Gicht 8 bis 9 Fuss beträgt. Ungeachtet dieser weiten Gichten flammen dieselben auch beim Betriebe mit rohen Steinkohlen nicht stark, weil der Wind stark erhitzt ist, und besonders, weil die Kohlen flüchtige Theile enthalten. Die Windpressung beträgt $2^1/_4$ bis $2^1/_2$ Pfd. auf den Quadratzoll. Die Zahl der Formen beträgt mehrentheils nur 2 bis 3, von $2^1/_2$ Zoll Durchmesser. In der Regel rechnet man auf den Ofen eine Gebläsekraft von 35 Pferden. Die Gebläse haben sehr verschiedenartige Einrichtung.

Die wöchentliche Roheisenproduction ist 1800 bis 2000 Ctr. Die Gattirung der Thoneisensteine wird durch den Zusatz von sehr reichen Rotheisensteinen, so wie von den Schlacken von den Schweissöfen und Feineisenfeuern, öfters bis über 50 Proc. ausgebracht, wodurch der Kohlenverbrauch, namentlich bei Anwendung des bis zur Bleischmelzhitze heissen Windes, sehr gering ausfällt. Es werden nämlich bei rohen Steinkohlen auf 8 Ctr. derselben, gewöhnlich unter Anwendung von Doppelgichten, 6 bis 7 Ctr. Erze und Schlacken, letztere bis zu 10 Proc. der Gattirung, mit $1^1/_4$ bis $1^1/_2$ Ctr. Kalkstein gesetzt, wonach der Kohlenverbrauch auf 1 Ctr. Roheisen $2^1/_4$ bis $2^1/_2$ Ctr. beträgt. Dazu kommt aber noch $^1/_4$ Ctr. Kohlen zur Erhitzung der Luft, da dieselbe

nicht durch die Gichtgase bewirkt wird. Auf den Werken, wo ausschliesslich mit rohen Steinkohlen geschmolzen wird, wie namentlich zu Dowlais und Pen-y-darren, befinden sich bei den Hohöfen die Feineisenfeuer so angelegt, dass das Roheisen unmittelbar in dieselben abgestochen werden kann. Es geschieht dies in der Regel 4—5 mal in 12 Stunden in Quantitäten von 30 bis 35 Ctr.

Bei der Reinheit und vorzüglichen Beschaffenheit der Kohle, so wie bei der Reichhaltigkeit und Leichtschmelzbarkeit der Eisensteine bietet der Hohofenbetrieb keine Schwierigkeiten dar. Kohlen, Eisensteine und Zuschlagskalk werden in grossen, zuweilen einige Kubikfuss enthaltenden Stücken karrenweise auf der Gicht aufgegeben, ohne dass dadurch Versetzungen zu fürchten sind. Man muss in Wales stets darauf hinwirken, die sehr hohen Arbeitslöhne zu vermindern; jedoch ist ein solcher Betrieb nur bei so vorzüglichen Materialien, bei so lockeren Schmelzmassen, so leicht verzehrbaren und vorzüglichen Steinkohlen und bei so geringer Windpressung möglich.

Aberdare und *Abernant* mit 6 Hohöfen, die mit Koaks und mit heissem Winde von der Temperatur des schmelzenden Bleies betrieben werden. Die Gase leitet man zur Feuerung der Dampfkessel und des Winderhitzungsapparates ab. Es werden vierfache Gichten zu 4 Ctr. ganz vorzügliche Backkoaks, und bei gutem Gange 6 Ctr. geröstete Eisensteine mit $1^3/_4$ Ctr. Kalkstein gesetzt, im Ganzen also 16 Ctr. Koaks, 24 Ctr. Eisenstein und 7 Ctr. Kalkstein, oder etwa 30 Proc. des Erzsatzes, wie dies fast gewöhnlich ist. Bei einem Ausbringen von etwa 45 Proc. beträgt daher der Koaksverbrauch auf 1 Ctr. weisses Roheisen nur $1^1/_2$ Ctr.

Die *Ebbw-Vale-Hütte* mit 4 Hohöfen, deren Gase sowohl zur Kesselfeuerung, als auch zur Erhitzung der Gebläseluft benutzt werden. Es wird das Gas sowohl bei offener als auch bei verschlossener Gicht abgeleitet; man giebt jedoch dem letztern Verfahren den Vorzug, nicht nur, weil das Gas vollkommen gewonnen wird, sondern weil selbst der Kohlenverbrauch zu 1 Ctr. Roheisen geringer und die Production bedeutend höher sein soll. Es ist dies sehr glaublich, weil bei Erzen, die keiner Vorbereitung bedürfen, beim Abschluss der atmosphärischen Luft in dem Gichtraum des Ofens nicht unnützer Weise Kohle verzehrt wird, und weil sich die Spannung der Gase in dem Schachte selbst erhöhet, wenn die Gicht verschlossen ist. Diese höhere Spannung dürfte aber zur Beförderung der Reduction, so wie zur Erleichterung des ganzen Schmelzganges dienen. Jedoch wird eine verschmolzene Gicht nur bei solchen Erzen mit Vortheil anzuwenden sein, bei denen keine Vorbereitung und namentlich keine Entfernung des Wassergehaltes erforderlich ist, also schwerlich bei sogenannten wilden Erzen, wie z. B. die oberschlesischen, welche selbst im Sommer, im lufttrockenen Zustand, noch einen Wassergehalt von 15 Proc. haben. Wird aber dieser Wassergehalt durch die Gase abgeleitet, so müssen sie an ihrer Hitzkraft bedeutend verlieren und haben als Brennmaterial nur geringen Werth. Geschieht die Ableitung

der Gase dagegen, wie es sonst gewöhnlich ist, durch einen oben offenen, einen Theil der Gase flammend abführenden Cylinder, so trocknen die Erze in demselben ab, ehe sie in das Niveau des untern Randes des Gascylinders gelangen, und das abgefangene Gas ist dann fast wasserfrei Zur Hervorbringung einer vergrösserten Spannung der Gase durch einen Verschluss der Gichtöffnung besitzt man in mulmigen, dicht deckenden Erzen ein Mittel, dieselben nach Erforderniss zu steigern und zu verringern, je nachdem man grössere oder kleinere Gichten schüttet.

Bei den locker liegenden und gerösteten Eisensteinen, die den Gasen einen leichtern Durchgang verstatten und auch einer weitern Vorbereitung zu ihrer Reduction nicht bedürfen, sind zu Ebbw-Vale 42 Fuss hohe, dagegen im Kohlensack 16½ Fuss, im obern Gestellraume 6 Fuss und in der Gicht 7 Fuss weite Ofenschächte hinreichend. Jeder Hohofen bedarf einer Gebläsekraft von 45 Pferden. Es wird theils mit Koaks allein, theils mit einer Mischung von ⅔ rohen Steinkohlen und ⅓ Koaks, dem Gewicht nach, gearbeitet, und es wird theils roher, jetzt aber grösstentheils gebrannter Kalk angewendet. — Das Roheisen wird in gusseisernen Schalen abgestochen, wobei man es reiner und sandfreier erhält, als in Sandformen. Durch die Anwendung verschlossener Gichten ist die wöchentliche Production von 2240 Ctr. auf 2800 Ctr. gestiegen. Die Windpressung beträgt bei einer Temperatur des Windes von 600° F. (301° C.) etwa 3 bis 3¼ Pfd., wobei man versuchsweise theils 3, theils 5 Stück Düsen anwendet, jedoch so, dass jeder Ofen ein gleich grosses Windquantum erhält, der Wind mithin den verschiedenen Oefen nur mehr oder weniger vertheilt zugeführt werden kann. Nach der angegebenen Pressung und Maschinenkraft erhält ein Ofen 2700 bis 2900 Kubikf. rheinl. Luft von atmosphärischer Dichtigkeit in der Minute.

Hohöfen in der Nähe von Glasgow in Schottland. — Dieselben werden, wie sämmtliche Hohöfen in Schottland, mit rohen Steinkohlen und sehr stark erhitzter Gebläseluft betrieben. Wir wollen hier die Betriebsresultate von nachstehenden Hütten mittheilen.

Die *Calder-Hütte* mit 6 Oefen, 45 Fuss hoch, im Kohlensack 18 Fuss und in der Gicht 9 Fuss weit. Die Windpressung beträgt 3 Pfd. Der Wind wird den Oefen durch 8 bis 9 sehr enge Düsen zugeführt, welche auf drei Seiten des Gestelles vertheilt sind, da man bei den sehr mageren Kohlen diese grosse Vertheilung des Windes für nöthig hält. Viele Formen sind aber ein nothwendiges Uebel, da sie die Gestellwände schwächen und ihre Abwartung und Reinhaltung viel Sorgfalt und Aufmerksamkeit erfordert. — Die Gichten bestehen aus 10 Ctr. Kohle, 8½ Ctr. gerösteten Eisensteinen und 2¾ Ctr. Kalkstein. In 12 Stunden gehen 40 bis 50 Gichten. Die wöchentliche Production beträgt durchschnittlich 2400 Ctr. Hiernach ist das Ausbringen der Eisensteine gegen 45 Proc. und der Kohlenverbrauch zu 1 Ctr. Roheisen 2,6 Ctr. und ausserdem zur Erhitzung des Windes ½ Ctr.

Die Haupteisenwerke in der Nähe von Glasgow: *Monkland*

(mit 9), — *Dundyvan* (mit 9), — *Gartsherrie* (mit 16) und *Clyde* (mit 7), zusammen mit 41 Hohofen, haben eine höchst vortheilhafte Lage in der Nähe mächtiger und leicht zugänglicher Flötze, mit den trefflichsten anthracitartigen Steinkohlen und mit reichlichen Ablagerungen von Thon- und Kohleneisenstein *(Blackband)*, letzterer als Bergmittel der Kohlenflötze. Derselbe wird auf den Gruben in sehr grossen Halden aufgestürzt und durch seinen eigenen Kohlengehalt abgeröstet. Der Eisengehalt concentrirt sich dadurch auf 60 bis 65 Proc. Auch hinsichtlich des Absatzes der Producte ist die Lage dieser Hütten eine sehr günstige; sie liegen unfern der caledonischen Eisenbahn und des Glasgow-Canals, der durch den Clydefluss mit dem irländischen Meere und durch den Forthfluss mit der Nordsee verbunden ist. Die Gartsherrie-Hütte hat einen besondern Canal, auf dem ihre Producte eingeschifft werden können. Die Productionskosten für Roheisen auf diesen Werken, die den grössten Theil ihrer Producte auch nach Deutschland ausführen, sind aus den erwähnten Gründen sehr gering, und betragen für den preuss. Centner:

		Sgr.	Pf.
1)	für Erz	8 Sgr.	9 Pf.
2)	„ Kohlen	4 „	2 „
3)	„ Kalkstein	1 „	2 „
4)	„ kleine Kohlen zur Feuerung der Gebläse-Dampfmaschinen-Kessel und des Lufterhitzungsapparates	— „	5 „
5)	„ Arbeitslöhne	1 „	— „
6)	„ Generalkosten etc.	3 „	— „
	Summa	18 Sgr.	6 Pf.

Königshütte und Gleiwitz in Oberschlesien, die in Deutschland zu denjenigen Hütten gehörten, welche unter den günstigsten Verhältnissen producirten, berechnen ihre Productionskosten nicht unter 33 bis 35 Sgr; einige Hütten an der Ruhr in Westphalen, die aber erst neuerlich in Betrieb gekommen und deren Betriebsresultate noch nicht bekannt geworden sind, dürften wohlfeiler produciren, ebenso auch Königshütte, Donnersmarkhütte und ähnliche grosse Werke in Oberschlesien in ihren neuen, grossen Hohöfen.

Die Hohöfen auf diesen Hütten sind grösstentheils nach einem und demselben Muster gebauet und weichen von der sonst gewöhnlichen Construction sehr ab. Die ganze Höhe des Schachtes beträgt 42 Fuss; die Höhe des oben 7 Fuss weiten Gestelles beträgt $4^1/_2$ Fuss, die Höhe der Rast 6 Fuss, und in einer Höhe von $10^1/_2$ Fuss beginnt der gänzlich cylindrische Schacht, der von der Rast bis 8 Fuss unter der Gicht, d. h. auf einer Höhe von $23^1/_2$ Fuss, 12 Fuss weit ist und sich dann kegelförmig zusammenzieht, und zwar bis auf eine Gichtweite von 8 Fuss. Die Hohöfen bestehen aus einem $1^1/_2$ Fuss starken Futter von feuerfesten Ziegelsteinen, aus einem äussern, eben so starken Schacht von etwas geringeren Ziegelsteinen und aus einem Mantel von Eisenblech. Unten steht der Ofen auf 4 Stück 10 Fuss hohen,

öfters gusseisernen Eckpfeilern und darüber liegenden Tragebalken. Das Gestelle besteht aus grossen feuerfesten Ziegeln. — Nur zu Dundyvan werden die Gase abgeleitet, jedoch nicht durch einen Blechcylinder, sondern durch acht im obersten Theil des cylindrischen Schachtes angebrachte Canäle, welche auf zwei Seiten der Rauhmauer mit einem Blechrohr zur Herableitung der Gase in Verbindung stehen.

Zu Dundyvan werden wöchentlich 2500 Ctr. producirt; die Windpressung beträgt 3¼ Pfd. Die Gichten bestehen in 8 Ctr. rohen Kohlen, 6 bis 7 Ctr. gerösteten Eisensteinen und nur 1¼ bis 1½ Ctr. Kalkstein, so dass der Kohlenverbrauch bei einem Ausbringen von etwa 55 Proc. gegen 2¼ Ctr. beträgt. — Auf dem Clydewerk hat man die Erfahrung gemacht, dass der Kohlenverbrauch bei Gasableitung 2½ Ctr. auf 1 Ctr. Roheisen betrage. Zur Erhitzung des Windapparates werden auf den Centner Roheisen nur ¼ Ctr. und zur Dampfkesselfeuerung kaum ½ Ctr. kleine Gruskohlen verbraucht, und es haben diese Kohlen nur einen sehr geringen Werth, so dass, wenn man die Erhaltung der Gasableitungs-Vorrichtung rechnet, es vortheilhafter erscheint, von der Benutzung der Gase abzustehen. Auf dem *Gartsherrie*-Werke ist man derselben Ansicht, und benutzt dort die Gichtflamme, die beim Betriebe mit rohen Steinkohlen sehr stark ist, höchstens zur Lufterhitzung. —

Das berühmte *Gartsherrie*-Werk, von welchem Deutschland bisher soviel Roheisen bezog, wollen wir hier, mit Hülfe der Schilderung des preussischen Hüttenmannes Hrn. *Gurlt*, in der Berg- und Hüttenm. Zeitung 1854, Nr. 28, etwas näher kennen lernen, zumal da wohl kein anderes Eisenwerk unter so einfachen und günstigen ökonomischen Verhältnissen betrieben werden kann. Es liegt an der caledonischen Eisenbahn, 9 engl. (2 deutsche) Meilen von Glasgow entfernt, ist die grösste Hohofenanlage in Schottland, und nächst Dowlais in Wales die grösste in der Welt, kann aber, obgleich es zwei Hohöfen weniger hat als dieses, mehr produciren, bei vollem Betriebe jährlich 2 Millionen Ctr.; auch ist es jedenfalls das grösste mit rohem Brennmaterial betriebene Werk. Die 16 Hohöfen liegen in zwei Reihen neben einander, haben aber kein Gebäude, da das Klima so mild ist, dass die Arbeiter im Freien aushalten können. Zwischen beiden Hohöfen geht ein schiffbarer Canal durch, auf dem das producirte Roheisen direct nach Glasgow, bekanntlich dem Hauptort des schottischen Roheisenhandels, transportirt werden kann. Zu jeder Hohofenreihe gehört ein Steinkohlenförderschacht; beide Schächte sind in der Nähe der Hütten abgeteuft und mit den Kohlenabbauen durch lange und weite Förderstrecken in Verbindung gesetzt. Beide Schächte fördern täglich 600 Tons = 12000 Ctr. = 3000 preuss. Volumtonnen, welche auf der Hängebank mittelst Rättern in Stück- und Kleinkohlen geschieden werden. Erstere dienen zum Hohofenbetrieb, letztere zur Dampfkesselfeuerung; die Kohlen sind magere Sinterkohlen und nicht selten durch Schiefer verunreinigt.

Die Eisenerze sind Thon- und Kohleneisenstein, besonders letzterer; beide kommen zugleich mit den Steinkohlen in besonderen Flötzen vor. Der Kohleneisenstein bildet 4 bis 5 Fuss mächtige Flötze, und wird in von dem Steinkohlenbergbau unabhängigen Grubenfeldern, jedoch auf gleiche Weise wie die Kohlen, durch Pfeilerbaue gewonnen. — Der nicht vorzügliche Kalkstein wird auch in der Nähe der Hütte gewonnen und roh zugeschlagen.

Auch der feuerfeste Thon zu den Ziegelsteinen, aus denen die Hohöfen bestehen, wird in der Steinkohlenformation bergmännisch gewonnen, und es werden daraus ausgezeichnet gute Steine geformt, von denen die für die Sohle und das Gestelle 2 bis 3 Fuss räumlichen Inhalt haben. — Die Construction der Oefen ist nicht bei allen gleich, indem die älteren kleinere Dimensionen haben. Die neueren Oefen haben eine ganze Höhe von 55 engl. Fuss, die Gicht hat 10 Fuss Durchmesser, und von ihr erweitert sich der Schacht nach unten bis zum Kohlensacke, wo er in 21 Fuss Höhe über dem Sohlsteine seine grösste Weite von 18 Fuss erreicht; von da zieht sich der Schacht wieder bis zum Gestelle auf 7 Fuss zusammen. Das letztere hat 4 senkrechte Wände von $5^1/_2$ Fuss Höhe und eine Weite von 7 Fuss; der Winkel, unter welchem sich die Rast auf das Gestelle aufsetzt, beträgt 156 bis 160°, und der Ofenschacht ist überhaupt so gebaut, dass ein senkrecht nach der Axe geführter Durchschnitt durch denselben, vom Gestelle bis zur Gicht, von zwei ungebrochenen Curven begrenzt wird. Der Wallstein liegt 26 bis 28 Zoll über dem Boden; die 6 mit Wasser gekühlten Formen, von denen sich 2 in den beiden Seitenwänden und der Rückwand des Ofens befinden, liegen 30 Zoll über dem Boden und 4 Zoll höher als die untere Kante des Tümpelsteins. Ueber der Gichtöffnung eines jeden Hohofens erhebt sich eine 14 Zoll hohe cylindrische Esse zur Ableitung der Gichtgase; sie ist mit 4 Oeffnungen znm Besetzen des Ofens versehen.

Je zwei Oefen haben einen senkrechten Gichtaufzug, der durch das Gewicht des Wassers betrieben wird. Die Beschickungsplätze hinter jeder Ofenreihe und in der Ebene des Kohlensackes sind mit eisernen Platten belegt, und liegen in gleichem Niveau mit der Hängebank der Kohlenförderschächte; sie dienen zum Ausstürzen der Vorräthe an Erzen, Kohlen und Kalksteinen. Die Bodensteine der Hohöfen liegen 3 Fuss über der Hüttensohle, und vor jedem Hohofen ist ein Sandbett von hinlänglicher Grösse vorhanden, um 200 Ctr. Roheisen zu fassen. Die Schlacken fliessen über den Wallstein in einen Wagen mit eisernem Kasten, der 15 bis 20 Ctr. aufnehmen kann. Sobald ein solcher Wagen gefüllt ist, werden die Seitenwände weggenommen und die Schlackenblöcke auf Schienenwagen, die von jedem Ofen zu einer Hauptbahn längs des Canals gehen, und von denen für jede Ofenreihe eine vorhanden ist, zur Schlackenhalde geführt. Das Gewicht der Schlacken von sämmtlichen 16 Hohöfen beträgt täglich 9000 Ctr.

Die Hohöfen haben 3 Gebläsemaschinen, eine von 200 Pferdekräften für eine ganze Reihe von 8 Hohöfen; der Gebläsecylinder

derselben hat 121 Zoll im Durchmesser, 10 Fuss Hub und wechselt 16 Mal in der Minute. Zum Betriebe der südlichen Ofenreihe gehören zwei Gebläse, von 120 und 80 Pferdekräften, von denen ersteres 5, letzteres 3 Hohöfen mit Gebläsewind versorgt. — Der Wind geht von den Gebläsen durch weite Leitungsröhren nach kugelförmigen Regulatoren von 20 Fuss Durchmesser, und aus diesen in einzelnen Leitungen nach den verschiedenen Oefen, wo er beim Ausströmen aus den Düsen noch einen Druck von 5 Zoll 7—8 L. Quecksilber oder $2^3/_4$ Pfd. auf den Quadratzoll hat. — Zur Feuerung der Gebläsedampfmaschinen und der Winderhitzungsapparate sind auf die Tonne = 20 Ctr. 5 Ctr. kleine Kohlen erforderlich.

Jeder Ofen hat seinen *Winderhitzungsapparat*, von denen einige durch die Gichtflamme erhitzt werden, indem im Innern der Abzugsessen über der Gicht spiralförmige Röhren angebracht sind, eine Einrichtung, die sich als wohlfeil und zweckmässig bewährt hat. Der Wind erlangt eine Temperatur, in der Blei sofort schmilzt.

Beim Erblasen von grauem Roheisen Nr. 1 besteht ein jeder *Satz* aus 7 Ctr. rohen Steinkohlen, 7 Ctr. geröstetem Erz und $1^1/_2$ Ctr. Kalkstein. Das Besetzen der Gicht geschieht abwechselnd, der Reihe nach, durch alle 4 Gichthore, indem zunächst die Kohlengicht, und dann die Erzgicht zugleich mit dem Kalkstein gesetzt wird. In 12 Stunden werden je nach dem Ofengange 65 bis 70 Gichten aufgegeben. Für die übrigen Eisensorten, Nr. 2 graues, Nr. 3 und 4 halbirtes, Nr. 5 weisses Roheisen, ist das Verhältniss und die Menge des Erzes und Kalksteines bei jeder Gicht ganz dieselbe wie bei Nr. 1, und nur die Kohlengicht und die Windtemperatur sind geringer und zwar in absteigenden Graden. Beim Erblasen von weissem Roheissen Nr. 5 wird daher die niedrigste Temperatur im Ofen erzeugt, weshalb auch ein solcher Betrieb höchstens $1^1/_2$ Wochen erhalten werden kann, uud dann sofort wieder zur Erzeugung von grauem Roheisen geschritten werden muss, um die gehörige Temperatur wieder herzustellen.

Das Roheisen wird Morgens und Abends um 6 Uhr abgestochen, und zwar jedesmal 200 Ctr. aus jedem Ofen; wenn daher stets 15 Oefen im Betriebe sind, wie es wirklich der Fall, so producirt diese einzige Hütte jährlich etwa 2 Millionen Ctr. Roheisen. Das graue Roheisen Nr. 1 und 2 wird fast ausschliesslich für den Kupolofenbetrieb verwendet, hingegen das halbirte Eisen Nr. 3 und 4, so wie das weisse Nr. 5 verpuddelt. Das Stabeisen ist eben so gut, als das aus Koaksroheisen dargestellte.

Allgemeine Erfahrungsresultate über Hohofenbetrieb.*)
Holzkohlen-Hohöfen.

Quantität der Production eines Ofens. — Die Roheisenmenge, welche ein Hohofen liefert, richtet sich vorzugsweise nach seinem

*) Nach *Redtenbacher's* Maschinenresultaten.

grössten Horizontalquerschnitt, und nach der Luftmenge, die in den Ofen getrieben wird. Die Höhe des Ofens hat nur einen geringen Einfluss auf die Quantität der Production, vorausgesetzt, dass sie der Schmelzbarkeit der Erze ungefähr angemessen ist. Für Erze, die ungefähr gleich leichtschmelzbar sind, geben die an Eisengehalt reichsten die grösste Production. — Um das Maximum der Production zu erhalten, muss die Höhe des Ofens für schwerer schmelzbare Erze und für dichtere Kohlen grösser sein, als für leichtschmelzbare Erze und leichte Kohlen.

Wind. — Die Luftmenge, welche in einen Hohofen mit Holzkohlenbetrieb eingeblasen werden muss, um einen günstigen Gang zu erhalten, beträgt für jeden Quadratmeter seines grössten Querschnitts 10,3 — 11,8 Kubikmeter per 1 Minute (die Dichte der Luft auf jene der Atmosphäre zurückgeführt). — Beträgt die Luftmenge bedeutend weniger, so nimmt die Quantität der Production ab, und der Kohlenaufwand nimmt verhältnissmässig zu. Beträgt die Luftmenge mehr, als oben angegeben wurde, so nimmt der Brennstoffaufwand zu, ohne dass die Eisenproduction wächst.

Verbrauch an Holzkohle. — Wenn der Gang eines Hohofens vortheilhaft geregelt ist, so werden per 1 Stunde und per 1 Quadratmeter des grössten Querschnittes 80 — 100 Kilogr. Kolzkohlen verbrannt. — Durch Vergleichung des Luftbedarfes mit dem Kohlenverbrauche ergiebt sich, dass für 1 Kilogr. Holzkohle 7,69 Kubikmeter Luft erforderlich sind. — Der Aufwand an Holzkohle für 100 Kilogr. Eisenproduction ist für verschiedene Erze, wie folgt:

Beschaffenheit der Erze.	Eisengehalt der Erze in 100 Kilogr. Erz.	Holzkohlenaufwand zur Darstellung von 100 Kilogr. Roheisen.
Leichtschmelzbare Erze	25—30	66—90
	30—35	90—110
	35—40	120—130
Erze von mittlerer Schmelzbarkeit .	30—40	110—140
	40—50	140—180
	50—60	180—210
Schwerschmelzbare Erze	30—40	160—200
	40—50	210—250
	50—60	250—300

Die unteren Grenzen für den Kohlenaufwand entsprechen der Production von weissem und halbweissem, die oberen Grenzen dagegen der Darstellung von grauem Roheisen.

Niedrige Oefen consumiren verhältnissmässig zur Production mehr Brennstoff als hohe Oefen.

Ueber den Holzkohlenbetrieb mit erhitzter Luft gilt das weiter unten bei den Koakshohöfen Gesagte ebenfalls.

Hohofenbetrieb mit Koaks und mit kalter Luft.

Zu einem regelmässigen und vortheilhaften Betriebe eines Hohofens mit Koaks sind für jedes Quadratmeter seines Querschnitts 6—8 Kubikmeter Luft erforderlich. — Bei dieser Luftmenge beträgt der Koaksverbrauch für jeden Quadratmeter Querschnitt und per 1 Stunde 50—70 Kilogr. — Ein Kilogr. Koaks braucht daher zum Verbrennen 7,5 Kubikmeter Luft. Mit dieser Luftmenge braucht man zur Darstellung von 100 Kilogr. Roheisen folgende Quantitäten Koaks:

Für leichtschmelzbare Erze . . .	180—210	Kilogr.
Erze von mittlerer Schmelzbarkeit	210—260	,,
Schwerschmelzbare Erze . . .	260—300	,,

Spannung der Luft in der Windleitung in der Nähe der Düsen.

Die für einen geregelten Hohofenbetrieb angemessene Spannung der Luft richtet sich vorzugsweise nach der Beschaffenheit des Brennstoffes. Der Unterschied zwischen dieser Spannung und dem äussern atmosphärischen Luftdruck beträgt, in Quecksilberhöhen ausgedrückt:

Für Kohlen aus weichem Holz	2— 3	Centimeter,
,, ,, ,, harzigem ,,	3— 4	,,
,, ,, ,, hartem ,,	1— 6	,,
,, leichte Koaks . . ,,	8—13	,,
,, schwere . . . . . ,,	13—19	,,

Hohofenbetrieb mit erhitzter Luft.

Ueber den Betrieb der Hohöfen mit erhitzter Luft hat man bis jetzt im Wesentlichen folgende Erfahrungen gemacht.

1) Die Schmelzung erfolgt sehr regelmässig und schnell. Die Production ist um die Hälfte grösser, als bei Anwendung von kalter Luft.

2) Der Brennstoffaufwand zur Darstellung einer gewissen Quantität Roheisen ist selbst in dem Falle, wenn die Luft nicht durch die abgehenden Hohofengase erhitzt wird, um $^1/_6$—$^1/_3$ kleiner, als bei Anwendung von kalter Luft.

3) Die Luftmenge, welche für eine gewisse Roheisenproduction in die Hohöfen getrieben werden muss, ist um $^1/_4$, und die Spannung in der Windleitung um $^1/_3$ kleiner, als bei kalter Luft.

4) Die Anwendung von erhitzter Luft gestattet, dass die Koaks durch Steinkohlen, und dass die Holzkohlen durch Holz im natürlichen oder gedörrten (halbverkohlten) Zustande ersetzt werden können.

5) Das Roheisen, welches bei Anwendung von erhitzter Luft erhalten wird, ist sehr weich, dunkelgrau, hat eine geringe Festigkeit, und ist, weil es die Formen sehr scharf ausfüllt, vorzugsweise für Gusswaaren geeignet.

6) Die Qualität des Schmiedeeisens, welches aus solchem Roheisen bereitet wurde, hat man bis jetzt in den meisten Fällen nicht befriedigend gefunden, was wohl seinen Grund darin haben mag, dass die Umstände, welche auf die Qualität des Eisens Einfluss haben, noch nicht genug bekannt sind, und erst durch weitere Erfahrungen ausgemittelt werden müssen.

Schlackenbildung.

Eine quantitativ und qualitativ vortheilhafte Eisenproduction ist immer mit einer gewissen Quantität von Schlackenbildung verbunden. Diese Schlackenbildung beträgt auf 100 Kilogr. Guss:

Für Koaksöfen, welche graues Roheisen liefern	259—298	Kilogr.
Für Koaksöfen, welche weisses oder halbweisses Roheisen liefern	137—201	„
Für Holzkohlenöfen, welche graues Roheisen liefern	230—280	„
Für Holzkohlenöfen, welche Roheisen für Schmiedeeisenbereitung liefern	120—170	„

Zuschläge.

Diese haben den Zweck, entweder die in den Erzen in zu grosser Menge befindliche Kieselerde durch basische Erden zu sättigen, oder den Mangel an Kieselerde durch quarzige Substanzen zu ersetzen, oder auch durch Bildung von mehreren und zusammengesetzten Silicaten die Verschlackbarkeit der Erden zu erhöhen.

Dimensionen der Hohöfen.

Die folgenden Regeln zur Bestimmung der Dimensionen eines Hohofens sind durch Vergleichung von 20 Hohöfen erhalten worden. Die Dimensionen, welche man durch diese Regeln erhält, sind daher nur mittlere Werthe, und müssen in jedem besondern Falle nach dem Grade der Schmelzbarkeit der Erze und nach der Beschaffenheit des Brennmaterials modificirt werden.

Nennt man:

E die in Kilogrammen ausgedrückte Roheisenmenge, welche ein Hohofen in 24 Stunden liefern soll;

k den Brennstoffbedarf in Kilogrammen zur Darstellung von 100 Kilogr. Roheisen;

D den Durchmesser des grössten Horizontalquerschnittes des Ofens;

H die Höhe des Ofens, vom Boden des Herdes bis zur Gicht gemessen, die Esse jedoch nicht mitgerechnet; so ist

$$\text{für Holzkohlenhohöfen } D = \sqrt{\frac{4}{\pi}\,\frac{k\,E}{216000}} \text{ Meter,}$$

$$\text{für Koakshohöfen } D = \sqrt{\frac{4}{\pi}\,\frac{k\,E}{117600}} \text{ Meter.}$$

Durchmesser der Gicht	0,43 D.
Der untere Durchmesser der Rast	0,31 D.
Die Weite des Herdes	0,22 D.
Die Länge des Herdes	0,605 D.
Höhe des Eisenkastens	0,183 D.
Höhe des Ofens vom Boden des Herdes bis zur Gicht	3,43 D.
Höhe des Kamins über der Gicht	0,24 H.
Höhe des Schachtes	0,66 H.
Höhe der Rast	0,178 H.
Höhe des Gestelles	0,166 H.

Productionsfähigkeit, Brennstoffverbrauch und Luftbedarf von Hohöfen verschiedener Grösse.

Die folgende Tabelle giebt eine Uebersicht über die Production und Consumtion von Hohöfen von verschiedener Grösse. Zur Berechnung dieser Tabelle wurde angenommen:

Für Koaks-Hohöfen.
- 2,35 Kilogr. Koaks für 100 Kilogr. Roheisen.
- 6,18 Kubikmeter Luft per 1 Minute, und per 1 Quadratmeter Querschnitt.
- 49 Kilogr. Koaks per 1 Stunde, und per 1 Quadratmeter Querschnitt.

Für Holzkohlen-Hohöfen.
- 160 Kilogr. Holzkohlen für 100 Kilogr. Roheisen.
- 11,56 Kubikmeter Luft per 1 Minute, und per 1 Quadratmeter Querschnitt.
- 90 Kilogr. Holzkohlen per 1 Stunde und per 1 Quadratmeter Querschnitt.

D Weite des Ofens.	H Höhe des Ofens.	Holzkohlenöfen mit kalter Luft.			Koaksöfen mit kalter Luft.		
		Production an Roheisen in 24 Stunden.	Holzkohlenverbrauch in 24 Stunden.	Luftbedarf in 1 Minute in Kubikmetern.	Production an Roheisen in 24 Stunden.	Koaksverbrauch in 24 Stunden.	Luftbedarf in 1 Minute in Kubikmetern.
Meter.	Meter.	Kilogr.	Kilogr.	Kubikm.	Kilogr.	Kilogr.	Kubikm.
2,0	6,86	4241	6796	36,3	1570	3689	19,4
2,5	8,58	6615	10584	56,6	2450	5757	31,3
3,0	10,3	9544	15270	81,7	3535	8307	43,7
3,5	12,0	12987	20779	112,2	4810	11304	59,5
4,0	13,7	16956	27129	145,2	6280	14758	77,6
4,5	15,4	21456	34344	184,7	7950	18683	108,1
5,0	17,2	26501	42402	227,0	9815	23065	121,3

Haushalts-Grundsätze beim Betrieb der Holzkohlen-Hohöfen zu Malapane und Creutzburgerhütte in Oberschlesien.

	Malapane.				Creutzburgerhütte.			
	Maass.	Inhalt.	Gewicht.		Maass.	Inhalt.	Gewicht.	
	Tonne.	Kubikf.	Ctr.	Pfd.	Tonne.	K.-F.	Ctr.	Pfd.
1 Das wöchentliche Ausbringen bei dem Hohofenbetriebe auf Ganzeisen zum Verfrischen	—	—	350	—	—	—	350	—
Auf Roheisen zum Giessen	—	—	250	—	—	—	—	—
2 100 Pfd. Tarnauer und Grosssteiner Erze haben einen Roheisengehalt von	—	—	—	24	—	—	—	—
1 Centner dieser Erze giebt an Roheisen . .	—	—	—	$26\frac{2}{5}$	—	—	—	—
100 Pfund Roheisen zu erblasen erfordert also von diesen Erzen . .	—	—	3	$86\frac{2}{3}$	—	—	—	—
oder zu 1 Ctr. Roheisen werden von diesen Erzen erfordert . . .	—	—	4	$18\frac{1}{3}$	—	—	—	—
3 100 Pfund geröstete Babkowsker Eisensteine haben einen Roheisengehalt von	—	—	—	36	—	—	—	36
1 Ctr. dergleichen geben an Roheisen	—	—	—	$39\frac{3}{5}$	—	—	—	$39\frac{3}{5}$
100 Pfd. Roheisen zu erzeugen erfordern also von diesen Erzen . .	—	—	2	$57\frac{7}{9}$	—	—	2	$57\frac{7}{9}$
oder zu 1 Ctr. Roheisen werden erfordert . .	—	—	2	$85\frac{5}{9}$	—	—	2	$85\frac{5}{9}$
4 100 Pfd. geröstete Stroyetzer Eisensteine haben einen Roheisengehalt von	—	—	—	40	—	—	—	40
1 Ctr. dergleichen geben an Roheisen	—	—	—	44	—	—	—	44

		Malapane.				Creutzburgerhütte.			
		Maass.	Inhalt.	Gewicht.		Maass.	Inhalt.	Gewicht.	
		Tonne.	Kubikf.	Ctr.	Pfd.	Tonne.	Kubikf.	Ctr.	Pfd.
	100 Pfd. Roheisen zu erzeugen erfordern also von diesen Erzen . .	—	—	2	30	—	—	2	30
	oder zu 1 Ctr. Roheisen werden erfordert . .	—	—	2	55	—	—	2	55
5	100 Pfd. gerösteter Lipitzer Eisensteine haben einen Roheisengehalt von	—	—	—	36	—	—	—	—
	1 Ctr. dergleichen geben an Roheisen	—	—	—	$39\frac{3}{5}$	—	—	—	—
	100 Pfd. Roheisen zu erzeugen erfordern also von diesen Erzen . .	—	—	2	$57\frac{7}{9}$	—	—	—	—
	oder zu 1 Ctr. Roheisen werden erfordert . .	—	—	2	$85\frac{5}{9}$	—	—	—	—
6	100 Pfd. geröstete Creutzburger Erze haben einen Roheisengehalt von .	—	—	—	—	—	—	—	20
	1 Ctr. dieser Erze giebt an Roheisen	—	—	—	—	—	—	—	22
	100 Pfd. Roheisen zu erzeugen erfordern also von diesen Erzen . .	—	—	—	—	—	—	4	60
	oder zu 1 Ctr. Roheisen werden erfordert . .	—	—	—	—	—	—	5	—
7	100 Pfd. geröstete Dammratscher Eisensteine haben einen Roheisengehalt von	—	—	—	—	—	—	—	30
	1 Ctr. dieser Erze giebt an Roheisen	—	—	—	—	—	—	—	33
	100 Pfd. Roheisen zu erzeugen erfordern also von diesen Erzen . .	—	—	—	—	—	—	3	$3\frac{1}{3}$
	oder zu 1 Ctr. Roheisen werden erfordert . .	—	—	—	—	—	—	3	$36\frac{2}{3}$
8	Zu 100 Pfd. Roheisen sind an Flusskalk erforderlich	—	—	—	63,6	—	—	—	40
	oder zu 1 Ctr.	—	—	—	70	—	—	—	44

		Malapane.				Crentzburgerhütte.			
		Maass.	Inhalt.	Gewicht.		Maass.	Inhalt.	Gewicht.	
		Tonne.	Kubikf.	Ctr.	Pfd.	Tonne.	Kubikf.	Ctr.	Pfd.
9	Der Holzkohlenbedarf beträgt auf 100 Pfd. Roheisen an Holzkohlen .	2,73	19,4	—	—	2,36	16,78	—	—
	oder auf 1 Ctr. . . .	3	$21\frac{1}{3}$	—	—	2,6	18,49	—	—
	Werden Koaks beim Hohofenbetriebe mit zugesetzt, so sind zu 1 Ctr. Roheisen an Koaks .	—	1	—	—	—	—	—	—
	und an Holzkohlen erforderlich	—	$18\frac{1}{3}$	—	—	—	—	—	—
	Ausserdem findet beim Hohofen ein Löschabgang von 8 Proc. statt	—	—	—	—	—	—	—	—
10	Bei 1 Korb Kohlen werden an Roheisen und Roheisenbohrspänen durchgesetzt	—	—	19	—	—	—	19	—
	oder zu 1 Ctr. sind ererforderlich	—	$3\frac{7}{19}$	—	—	—	$3\frac{7}{19}$	—	—
11	Der Abgang an Roheisen dabei ist 7 Proc. oder pro 1 Ctr.	—	—	—	$7\frac{7}{10}$	—	—	—	$7\frac{7}{10}$
	und an Roheisen-Bohrspänen 30 Proc. oder pro 1 Ctr.	—	—	—	33	—	—	—	—

Haushalts-Grundsätze beim Betriebe der Koaks-Hohöfen zu Gleiwitz und Königshütte in Oberschlesien.

		Gleiwitz.				Königshütte.			
		Maass.	Inhalt.	Gewicht.		Maass.	Inhalt.	Gewicht.	
		Tonne.	Kubikf.	Ctr.	Pfd.	Tonne.	Kubikf.	Ctr.	Pfd.
1	Das wöchentliche Ausbringen soll betragen .	—	—	450	—	—	—	500	—
2	100 Pfd. geröstete Eisensteine haben im Durchschnitt einen Roheisengehalt von	—	—	—	36	—	—	—	45

		Gleiwitz.				Königshütte.			
		Maass.	Inhalt.	Gewicht.		Maass.	Inhalt.	Gewicht.	
		Tonne	Kubikf.	Ctr.	Pfd.	Tonne.	Kubikf.	Ctr.	Pfd.
	1 Ctr. Eisensteine giebt also	—	—	—	$39\frac{3}{5}$	—	—	—	49,5
	100 Pfd. Roheisen zu erzeugen erfordern also an gerösteten Eisensteinen	—	—	2	$57\frac{7}{9}$	—	—	2	2,2
	1 Ctr. dergleichen . .	—	—	2	$85\frac{5}{9}$	—	—	2	24,4
3	100 Pfd. Eisenerze von dem Tarnowitzer gräflich Henkel'schen Reviere haben	—	—	—	$32\frac{1}{2}$	—	—	—	33
	1 Ctr. hat daher . . .	—	—	—	35,7	—	—	—	36,3
	100 Pfd. Roheisen zu erzeugen erfordern an Tarnowitzer Erzen .	—	—	2	87,7	—	—	2	83
	1 Ctr. desgleichen . .	—	—	3	$8\frac{1}{2}$	—	—	3	33
4	100 Pfd. von den Kieferstädter und Sierakowitzer Erzen . . .	—	—	—	29	—	—	—	—
	1 Ctr. hat daher . . .	—	—	—	31,9	—	—	—	—
	100 Pfd. Roheisen zu erzeugen erfordern von diesen Erzen . . .	—	—	3	14,8	—	—	—	—
	1 Ctr. desgleichen . .	—	—	3	49,3	—	—	—	—
5	100 Pfd. Eisenerze vom Tarnowitz. städtischen Reviere halten . . .	—	—	—	25	—	—	—	27,5
	1 Ctr. mithin	—	—	—	$27\frac{1}{2}$	—	—	—	30,25
	100 Pfd. Roheisen zu erzeugen erfordern von diesen Erzen. . . .	—	—	3	70	—	—	3	33,6
	1 Ctr. desgleichen . .	—	—	4	—	—	—	3	70
6	Bei einer Beschickung von ¼ Eisensteine à 36 Proc. ½ Eisenerze à 35 Proc. von Tarnowitz, ¼ Eisenerze à 29 Proc. Kieferstädter werden zu 100 Pfd. Roheisen gattirte Erze erfordert	—	—	3	17,9	—	—	—	—
	oder zu 1 Ctr.	—	—	3	52,7	—	—	—	—

		Gleiwitz.				Königshütte.			
		Maass.	Inhalt.	Gewicht.		Maass.	Inhalt.	Gewicht.	
		Tonne.	Kubikf.	Ctr.	Pfd.	Tonne.	Kubikf.	Ctr.	Pfd.
7	Zu 100 Pfd. Roheisen sind an Kalkstein erforderlich	—	—	—	94	—	—	1	15
	oder zu 1 Ctr.	—	—	—	104	—	—	1	$27\frac{1}{2}$
8	Der Sandverbrauch beträgt auf 1 Ctr. Roheisen	$1\frac{1}{10}$	$7\frac{3}{5}$	—	—	—	—	—	—
	oder auf 100 Pfd. . .	1	$7\frac{4}{9}$	—	—	—	—	—	—
9	Bei dem Durchlassen schwerer Gusswaarenstücke ist auf 100 Pfd. ein Abgang von . .	—	—	—	4	—	—	—	—
	u. auf 100 Pfd. Bohrspäne	—	—	—	30	—	—	—	—
10	An Stückkohlen-Koaks werden zu 5 Ctr. durchgelassenem Roheisen u. Bohrspänen verbraucht	1	$7\frac{1}{9}$	—	—	—	—	—	—
	oder zu 1 Ctr. sind erforderlich	$\frac{1}{5}$	$1\frac{4}{9}$	—	—	—	—	—	—
11	100 Pfd. Schweissofenschlacke von der Alvenslebenhütte giebt an Eisen	—	—	—	—	—	—	—	60
	1 Ctr. dergleichen mithin	—	—	—	—	—	—	—	66
	100 Pfd. Roheisen erfordern	—	—	—	—	—	—	1	$56\frac{2}{3}$
	1 Ctr. desgleichen . .	—	—	—	—	—	—	1	$73\frac{1}{3}$
12	Bei der Gattirung von $^1/_{10}$ gerösteten Thoneisensteinen, $^2/_{10}$ gräflich Henkel'schem Eisenerz und $^7/_{10}$ Beuthener, Lagiewnicker u. Tarnowitzer städtischen Erzen sind bei einem durchschnittlichen Eisengehalt von 30,35 Proc. zu 100 Pfd. Roheisen erforderlich	—	—	—	—	—	—	2	109,5
	oder zu 1 Ctr. dergleichen	—	—	—	—	—	—	3	32,4
13	Koaks-Verbrauch zu 1 Ctr. Roheisen bei kalter Luft erblasen	—	—	—	—	$1\frac{59}{256}$	8,75	—	—
	bei erhitzter Luft erblasen	—	—	—	—	$1\frac{41}{256}$	8,25	—	—

Löhne beim Hohofenbetriebe.

Auf den Staatswerken in Oberschlesien, Malapane und Creutzburgerhütte, die mit Holzkohlen betrieben werden, erhalten die Hohofenarbeiter folgende Wochenlöhne:

Die Schmelzer	2	Thlr.	10	Sgr.	—	Pf.
„ Aufgeber	2	„	—	„	—	„
„ Aufläufer	1	„	12	„	6	„
Für das Anblasen und Ausblasen . .	4	„	—	„	—	„
An Feiergeldern von der 7. Woche an	2	„	20	„	—	„

An Prämien über 120 Ctr. Gusswaaren à 6 Pf. pro Centner.

Auf den königl. Koakshütten zu Gleiwitz und Königshütte erhalten sämmtliche Hohofenarbeiter für im Gedinge erblasenes Roheisen für den Centner 1 Sgr. 7 Pf.

Zu *Seraing* erhalten die Hohofenarbeiter:

	Im Schichtenlohn.	Im Gedinglohn.
Der Oberschmelzer . . .	7 Fr. 15 Cent.	—
Ein 2. Schmelzer	3 „ 50 „	0,27 Fr.
„ 3. Schmelzer	2 „ 75 „	0,22 „
„ Aufgeber	2 „ 50 „ bis 2 „ 75 „	0,205 „
„ Arbeiter im Möllerhause	2 „ — „	0,165 „
„ Aufgebergehülfe . . .	1 „ 60 „	0,125 „
„ Schlackenausläufer . .	2 „ — „	0,155 „
„ Erzvorläufer	2 „ — „	0,11 „
„ Steinklopfer	2 „ — „	0,15 „

Zu Gehülfen beim Aufgeben, beim Wägen, zum Koakstransport, zum Schlackenauslaufen und anderen Tagelöhnerarbeiten werden auch Frauen und Mädchen benutzt.

Alle Arbeiter werden in 12stündigen Schichten abgelöst.

Die Gedingelöhne sind auf 1000 Kilogr. oder 20 Zollctr. berechnet; sind sie höher als die Tagelöhne, so erhalten die Arbeiter den Ueberschuss.

Productionskosten des Roheisens.

Wir theilen über diesen Gegenstand einige Bemerkungen aus dem Werke von *Valerius* mit; sie betreffen belgische Hütten, die bis jetzt als musterhaft angesehen werden müssen, da erst ganz neuerlich auch in Deutschland so trefflich eingerichtete und betriebene Hütten entstanden sind. Die Verhältnisse der belgischen Hütten sind denen der deutschen ziemlich ähnlich, wogegen, wie wir auch weiter oben sahen, zwischen diesen und den englischen sehr grosse Unterschiede herrschen.

Die Productionskosten hängen nicht allein von den Materialien und Arbeitslöhnen, sondern auch noch von nachstehenden wichtigeren Elementen ab: 1) Formen und Dimensionen des Hohofens, indem kleine Hohöfen weniger Roheisen geben als die grossen, und

da durch einen längern Betrieb erweiterte Hohöfen mehr Brennmaterial verbrauchen, als frisch zugestellte. — 2) Die Beschaffenheit des Gebläses, da Windmangel die Ursache vieler Betriebsstörungen ist. — 3) Die Beschaffenheit des Brennmaterials, da bei schlechtem ein weit grösserer relativer Aufwand stattfindet und selten gutes Roheisen erfolgt. — 4) Die Beschaffenheit, der Eisengehalt und die Gattirung der Erze. — 5) Die theoretischen und praktischen Kenntnisse der Betriebsbeamten, so wie die Geschicklichkeit der Schmelzer.

In nachstehender Tabelle sind zuvörderst die Productionskosten von 11,781,853 Kilogr. Roheisen berechnet, die in 6 Monaten in 4 Hohöfen der Espérance-Hütte zu Seraing, und dann von 26,143,786 Kilogr., die in einem Jahre zu Marcinelle und Couillet, sämmtlich in mit Koaks betriebenen Hohöfen, producirt wurden:

	Gesammtausgabe.		Auf 1000 Kilogr. oder 20 Zollcentner Roheisen.	
Espérance-Hütte.	Fr.	Ct.	Fr.	Ct.
Koaks	409,391	65	34	75
Zuschlag	25,314	4	2	15
Erze	445,317	63	37	79
Arbeitslöhne	77,681	96	6	59
Gebläse	63,855	—	5	43
Verschiedene Kosten	11,616	20	—	99
Summa	1,033,176	48	87	70
Couillet.				
Koaks	836,725	62	32	—
Zuschlag	70,732	74	2	71
Erze	1,401,916	49	53	62
Arbeitslöhne	152,389	5	5	83
Gebläse	121,217	35	4	64
Summa	2,582,981	25	98	80

Bemerkungen zu der obigen Tabelle. — Bei den obigen Angaben sind die Generalkosten, die Kosten für das Anblasen der Hohöfen, für die Reparaturen der Apparate, ferner die Verluste an Disconto und Rabatt, an Zinsen für ausstehende Posten, endlich die Zinsen für das Gesellschaftscapital, unberücksichtigt geblieben. — Das Giessereiroheisen ist von dem Frischroheisen nicht getrennt, da bald die eine, bald die andere Sorte producirt wurde. Man darf aber annehmen, dass wegen des geringern Koaksver-

brauchs die Productionskosten für das Frischroheisen etwa 11 Fr. weniger betrugen, als für Giessereiroheisen.

Durchschnittliche Productionskosten von 1000 Kilogr. Roheisen in der Hütte zu Seraing.

	Giessereiroheisen.			Frischroheisen zu festem Eisen.			Frischroheisen zu Mitteleisen.		
	Menge.	Preis.	Summen.	Menge.	Preis.	Summen.	Menge.	Preis.	Summen.
	Kil.	Fr. C.	Fr. C.	Kil.	Fr. C.	Fr. C.	Kil.	Fr. C.	Fr. C.
Erhaltung der Pferde . . .	—	— —	— 15	—	— —	— 11	—	— —	— 11
Sand	—	— —	— 25	—	— —	— 14	—	— —	— 14
Holz	—	— —	— 25	—	— —	— 20	—	— —	— 20
Oel, Hanf, Talg	—	— —	— 52	—	— —	— 45	—	— —	— 45
Arbeitslöhne .	—	— —	6 40	—	— —	4 80	—	— —	4 30
Eisen	—	— —	— 60	—	— —	— 52	—	— —	— 52
Erze	3100	13 50	41 85	2870	13 50	38 74	1980	11 —	21 78
Schlacken . .	—	— —	— —	—	— —	— —	660	5 —	3 30
Zuschlag . . .	900	2 —	1 80	900	2 —	1 80	900	2 —	1 80
Kleine Steinkohlen . . .	60	7 65	— 46	60	7 65	— 46	60	7 65	— 46
Kleine Koaks .	60	6 —	— 36	60	6 —	— 36	60	6 —	— 36
Koaks	2250	15 —	33 75	1850	15 —	27 75	1600	15 —	24 —
Gebläsekosten .	—	— —	6 —	—	— —	1 30	—	— —	1 30
Allgemeine Reparaturen . .	—	— —	— 60	—	— —	— 45	—	— —	— 45
Abnutzung der Gezähe . .	—	— —	— 90	—	— —	— 70	—	— —	— 70
	Productionskosten.		94 89	Productionskosten.		77 78	Productionskosten.		60 37

Bemerkungen. — Das Giessereiroheisen wurde in den Hohöfen Nr. 1—4 fabricirt, deren Gebläsemaschinen mit Steinkohlen gefeuert werden, wogegen das Frischroheisen in den Hohöfen Nr. 5—6 erzeugt wird, deren Gebläsemaschine man mit der verlorengehenden Flamme der Verkoakungsöfen feuert. Dieser Umstand erklärt den grossen Unterschied der Gebläsekosten bei beiden Roheisenarten.

Die aufgeführten Schlacken sind Puddel- und Schweissofenschlacken, die nur einen geringen Werth haben, indem sie über die Halde gestürzt werden, sobald man sie nicht zuschlägt.

Die kleinen Steinkohlen werden zur Feuerung der Dampfmaschinenkessel und der Lufterhitzungsapparate benutzt, die kleinen Koaks oder Cinders ebenfalls zu den Winderhitzungsapparaten und zur Erwärmung der Arbeiter.

Unter den allgemeinen Reparaturen versteht man die Reparaturen und Auswechselungen des Tümpels, des Wallsteins etc., und es gehören dazu die Ausgaben für Ziegelsteine, feuerfesten Mörtel und die Arbeitslöhne.

Ueber die Productionskosten von Roheisen in England theilen wir zuvörderst nach Herrn *Tunner* folgende Berechnung mit, welche sich auf die Provinz Yorkshire bezieht:

Ctr.		L.St.	Schill.	Pence.
40	Steinkohlen, à Tonne 5 Schill. 4 Penc. . . .	—	10	8
35	Eisenerze, à Tonne 12 Schill.	1	1	—
5	Kalkstein, à Tonne 6 Schill. 3 Penc.	—	1	6
	Gichtarbeiten, pro Ofen stets 2 Mann . . .	—	—	$7^1/_2$
	Hohofenmeister und Gehülfe	—	—	11
	Für Fortschaffen und Abwägen des Roheisens	—	—	2
	Beamten-Besoldung	—	—	$3^1/_4$
	Für Fortschaffen der Schlacken und Eisenausklauben	—	—	6
	Dem Maschinisten	—	—	$1^1/_4$
	Für Reparaturen, Schmiede, Maurer, Zimmerleute etc.	—	—	$5^1/_4$
	Für Oel, Talg, Leder, Ziegel u. dergl. m. .	—	1	—
	Staubkohlen zur Dampfkesselheizung . . .	—	1	—
	Gusseisen, Schmiedeeisen (Materialverbrauch) .	—	—	6
	Für Kohlen- und Erzwägen bei deren Anfuhr	—	—	1
	Fracht bis Glasgow	—	3	—
	Productionskosten für 1 Tonne Roheisen	2	1	$9^1/_4$

oder für den preuss. Centner 21 Sgr. 4 Pf., oder für 100 Pfund Wiener Gewicht 1 Fl. 8 Kr. Conv.-M.

Selbstkosten des Roheisens in Schottland und Oberschlesien.

Nach den Mittheilungen von Eck und Chuchul.

Die nachstehende Berechnung der ungefähren Selbstkosten von 1 Tonne oder 20 engl. Centnern schottischen Roheisens nach den Durchschnittspreisen der Betriebsmaterialien auf den dortigen Hauptwerken lässt die Zinsen des Anlagecapitals unberücksichtigt.

Zu 1 Tonne Roheisen sind erforderlich:

	L.St.	Schill.	Pce.
35 Ctr. gerösteter Eisenstein (hauptsächlich Kohleneisenstein) zu 10 Schill. die Tonne . . .	—	17	6
2 Tonnen 5 Ctr. Steinkohlen zu 3 Schill. 8 Pce die Tonne	—	8	3
Latus	1	5	9

Uebertrag	1	5	9
10 Ctr. Kalkstein zu 4 Schill. 6 Pce.	—	2	3
$^3/_4$ Tonne kleine Kohlen zu $1^1/_2$ Schill.	—	1	$1^1/_2$
Arbeitslohn für die Hohofenarbeiter	—	1	—
Kosten für Unterhaltung der Vorrichtungen, Gebläse etc., für Nebenarbeiten; auch Generalkosten, nach gewöhnlicher Annahme in Schottland für die Tonne Roheisen	—	6	—
Zusammen als Selbstkosten für 1 Tonne Roheisen	1	16	$1^1/_2$

Reducirt man obige Selbstkosten für die Tonne (= 20 preuss. Ctr.) auf preuss. Geld (1 Pfd. Sterl. à $6^2/_3$ Thlr. preuss.) *für einen Centner*, und vergleicht dieselben in den einzelnen Positionen mit den Selbstkosten bei den Hohöfen auf der *Königshütte* in Oberschlesien, rechnet aber die Kohlen nicht, wie in Schottland, zu dem eigentlichen Selbstkostenpreise, sondern zu demjenigen Preise, welcher dafür als Kaufpreis verrechnet wird und einen Gewinn der Steinkohlengrube (Königsgrube) einschliesst, so erhält man:

Selbstkosten	für 1 Ctr. schottisches Roheisen			für 1 Ctr. Königshütter Roheisen		
	Thlr.	Sgr.	Pf.	Thlr.	Sgr.	Pf.
1. Für Erz	—	8	9	—	10	6
2. „ Steinkohlen . .	—	4	$1^1/_2$	—	11	—
3. „ Kalkstein . .	—	1	$1^1/_2$	—	1	—
4. „ Kleinkohlen . .	—	—	$4^3/_4$	—	2	3
5. An Arbeitslöhnen .	—	1	—	—	1	7
6. „ sonstigen Kosten	—	3	—	—	6	—
Summa Selbstkosten für 1 Ctr. Roheisen	—	18	$4^3/_4$	1	2	4

Hieraus ergiebt sich ein Unterschied von circa 14 Sgr. zu Gunsten des schottischen Roheisens, und zwar stellt sich diese Differenz hauptsächlich in den Positionen 2, 4 und 6 heraus. Die beiden ersteren Positionen betreffend, würde, wenn für die Steinkohlen nur die Selbstkosten der Grube wie in Schottland berechnet würden, bei einem Verbrauch von durchschnittlich $1^1/_4$ Tonne Kohlen auf 1 Ctr. Roheisen, diese Ausgabe sich um 4 Sgr. 6 Pf. bei den *Stück*kohlen (woraus die Koaks dargestellt werden), und um circa 1 Sgr. bei den Kleinkohlen (zur Maschinenfeuerung), zusammen also auf je 1 Ctr. Roheisen um 5 Sgr. 6 Pf. niedriger, mithin auf nur 6 Sgr. 6 Pf. und 1 Sgr. 3 Pf. stellen. Die Ausgabe unter Nr. 6 ist doppelt so hoch, und dies hat seinen Grund darin, dass auf den schottischen Werken die doppelte, ja vierfache Anzahl Hohöfen betrieben werden, von denen jeder im Vergleich mit einem Königshütter Ofen eine vierfache Quantität von Roheisen liefert, wodurch sich die General- und sonstigen Kosten dieser Position besser vertheilen. Durch Abrechnung des obgedachten Gewinns der Grube an den der Hütte zugehenden Kohlen, im Betrage von 5 Sgr. 6 Pf. auf 1 Ctr. Roheisen, ermässigen sich die Selbstkosten des Königshütter Productes auf

26 Sgr. 10 Pf., bleiben aber dennoch um 8 Sgr. $5^1/_4$ Pf. höher als die des schottischen Roheisens; indessen ist auch die Qualität des Königshütter Roheisens bekanntlich eine bessere, und zu berücksichtigen, dass bei dem Umschmelzen des schottischen Roheisens wegen des anhängenden groben Formsandes ein grösserer Abgang stattfindet.

Durch eine bedeutende Erhöhung der Königshütter Roheisenproduction, wie solche jetzt in der Ausführung begriffen ist, werden sich übrigens die Selbstkosten des Roheisens erheblich herabstellen. Es haben sich beim Umbau des Werkes manche Vorrichtungen anbringen lassen, welche gleichfalls zur Verminderung der Selbstkosten beitragen; dazu gehört namentlich der maschinelle Betrieb der früher durch Menschenhände bewegten Gichtaufzüge, eine einfachere Transportart für die Hohofenschlacke und endlich auch die Benutzung der Hohofengase. Der Hohofen zu Gleiwitz, welcher, wie wir weiter oben sahen, neuerlich umgebauet und vergrössert ist, hat die besseren Productionskosten schon erreicht, denn sie betrugen bei dem alten Hohofen 1 Thlr. 13 Sgr. und 1852 1 Thlr. $4^1/_2$ Sgr.

Gleichwohl wird durch alles dies, so wie durch Anwendung anderer Mittel, in Oberschlesien nie ein so niedriger Selbstkostenpreis des Productes, wie in Schottland, erreicht werden. Die ausgezeichnete Beschaffenheit der Kohlen, die Reichhaltigkeit und Leichtschmelzbarkeit der Eisensteine, so wie die geringen Kosten der Herauschaffung des Schmelzgutes und Baumaterials, ganz besonders aber die Anwendbarkeit der Kohlen im *rohen* Zustande sind Vortheile, in denen der schottische Hohofenbetrieb in keinem andern Lande zu erreichen ist.

Endlich kommt jenen Werken noch zu Statten, dass sie für den Betrieb der Oefen trotz der hohen Production einer weit geringern Gebläseluft bedürfen, als die Königshütter Werke, und dass sie bei dem dortigen milden Klima weder eines Giesshüttengebäudes, noch eines Möllerhauses bedürfen, wodurch sich das Anlagecapital niedriger stellt.

Eigenschaften des Roheisens.

Das *Roheisen* oder *Gusseisen* ist im Allgemeinen bei starker Weissglühhitze (nach *Daniell* 1224° Réaum.) schmelzbar, von verschiedenem Härtegrade, stets spröde, und rostet weit weniger leicht als das Schmiedeeisen. Sein specifisches Gewicht schwankt zwischen 6,635 und 7,889 als Maximum, beträgt aber gewöhnlich 7,0 bis 7,5, wonach ein hannov. Kubikf. 372 bis 400 Pfd. köln. und ein rheinl. Kubikf. 475 Pfd. köln., ein Kubikzoll 8,75 Loth wiegt. Uebrigens kommt es in vielen Abänderungen vor, welche in der Farbe, im Ansehen des Bruches, in dem Grade der Härte und Sprödigkeit von einander verschieden sind. Weit entfernt, durch scharfe Grenzen geschieden zu sein, gehen diese Abänderungen vielmehr dergestalt in einander über, dass die in der techni-

schen Sprache für dieselben angenommenen Namen nur ein Mittel sind, die auffallendsten Abweichungen zu bezeichnen, auf welche die übrigen mehr oder weniger zurückgeführt werden können. Am wesentlichsten sind die Verschiedenheiten zwischen den zwei Hauptarten des Roheisens, welches man, nach der Farbe ihres Bruchs, *graues* und *weisses* nennt. Jede dieser zwei Arten zerfällt wieder in Unterabtheilungen. Das *graue Roheisen* ist im Allgemeinen von grauer Farbe, körnigem Bruche, von geringerer Härte und Sprödigkeit als das weisse, und wird im starken Rothglühen so weich, dass es mit einer rasch bewegten Holzsäge ohne Beschädigung der letztern geschnitten werden kann. Je dunkler seine Farbe, desto gröber und glänzender ist das Korn des Bruches, desto geringer die Härte und Sprödigkeit. Die dunkelste Sorte bildet das *schwarze* oder *übergare, todtgare Roheisen,* welches grauschwarz, sehr grobkörnig, weich und mürbe, wegen der letzteren Eigenschaften nicht zu Gusswaaren anwendbar ist, und daher nie absichtlich erzeugt wird. Die helleren Sorten *(graues, gemeines* oder *gares Roheisen)* eignen sich sehr gut fast zu allen Anwendungen. Das *weisse Roheisen (Hartfloss)* besitzt eine helle, oft fast silberweisse Farbe, einen strahligen oder blätterigen, öfters ins Dichte übergehenden Bruch, eine grosse Härte und grosse Sprödigkeit. Es ist leichter schmelzbar, aber dickflüssiger, als das graue. Unter den Sorten desselben steht das *grelle Eisen, dünngrelle Eisen* oder *Weisseisen* (mit weissgrauer Farbe und etwas porösem Bruche ohne deutliches Gefüge), welches am häufigsten vorkommt, dem grauen Eisen am nächsten. Das *luckige Roheisen (Weichfloss)* ist bläulichweiss, feinzackig, sehr porös (löcherig); das *blumige Roheisen* bläulichgrau, feinstrahlig oder strahlig-faserig im Bruche; das *Spiegeleisen (Spiegelfloss, dickgrelles Eisen, Hartfloss,* im engern Sinne auch *Rohstahleisen* genannt) grossblätterig, silberweiss und stark glänzend, auf den Flächen spiegelnd, im Schmelzen am dickflüssigsten. Zwischen dem Spiegeleisen und blumigen Eisen steht das sogenannte *weissgare Eisen* in der Mitte.

Graues und weisses Eisen in einem Stücke zusammengemengt bilden das *halbirte Roheisen,* welches, je nach der Art seiner Mengung, auf dem Bruche mit weisser und grauer Farbe gefleckt, seltener gestreift *(streifiges Roheisen)* erscheint.

Nähere Angaben über das specifische Gewicht des *Roheisens*: — *dunkelgraues* 6,635 bis 7,275; *hellgraues* 6,916 bis 7,572; *halbirtes* 6,831 bis 7,430; *weisses* 7,056 bis 7,889. Als Mittelzahlen zum gewöhnlichen Gebrauch kann man für das graue 7,1, und für das weisse 7,5 annehmen.

Graues Roheisen wird durch schnelles Abkühlen nach dem Schmelzen weiss, blätterig im Bruche und hart, nimmt überhaupt alle Eigenschaften des weissen Roheisens an, verliert sie aber wieder und wird grau, wenn man es von Neuem bei *sehr starker* Hitze schmelzt und *äusserst* langsam abkühlen lässt. Giesst man geschmolzenes graues Roheisen in Wasser, oder löscht (schreckt) man es durch reichlich darauf geschüttetes Wasser ab, so wird

es durch und durch weiss; in nasse Sandformen, oder in Formen aus Eisen (welche durch gute Wärmeleitung die Abkühlung beschleunigen) gegossen, erleidet es jene Veränderung wenigstens an der Oberfläche, nach deren Wegnahme das Innere als unverändertes graues Eisen erscheint. Die so entstandene weisse und harte Kruste ist öfters bis zu einem halben Zoll und darüber dick. Ursprünglich weisses (nicht aus grauem entstandenes) Roheisen lässt sich nur schwierig auf die vorher angedeutete Weise in graues verwandeln.

Indem das graue Roheisen durch Abschrecken sich in weisses verwandelt, nimmt es ausser Farbe, Härte und Sprödigkeit des letztern auch dessen grösseres specifisches Gewicht an. Die Beobachtungen hierüber haben gezeigt, dass die Steigerung des specifischen Gewichts in dem Verhältnisse von 1000 zu 1052 bis 1071 stattfindet, also das Volumen des Eisens sich um 5 bis 6,6 Proc. verkleinert.

Sechstes Capitel.

Die Eisengiesserei.

Erfahrungsresultate beim Kupolofen-Betriebe.

Zu *Malapane* in Oberschlesien erfolgen von 100 Ctr. im Kupol-Ofen verschmolzenen Roheisens an Gusswaaren und Brucheisen 93 Ctr. Der Abgang beim Einschmelzen beträgt daher 7 Proc. — Der Koaksverbrauch zu 100 Pfd. einzuschmelzenden Eisens ist $^3/_{22}$ Tonne = 0,97 Kubikf., oder zu 10 Ctr. $1^1/_2$ Tonne = $10^2/_3$ Kubikf.

Zu *Gleiwitz* muss, um 100 Pfd. Gusswaaren darzustellen, Roheisen eingeschmolzen werden . . . 1 Ct. 81 Pfd.
Zu 1 Ctr. desgleichen . . . . . . 1 „ 100 „
Zu 100 Ctr. desgl. . . . . 191 „ — „

Der Abgang beim Einschmelzen ist 7 Proc. — Der Koaksverbrauch zu 100 Pfd. einzuschmelzenden Roheisens ist $^1/_{11}$ Tonne = $^{16}/_{25}$ Kubikfuss, oder zu 1 Ctr. desselben $^1/_{10}$ Tonne = $^7/_{10}$ Kubikf. Zu 100 Ctr. einzuschmelzenden Roheisens sind daher an Koaks erforderlich: 10 Tonnen = $71^1/_9$ Kubikf., oder zu 10 Ctr.: 1 Tonne = $7^1/_9$ Kubikf.

Bei den Flammöfen auf demselben Werke.

Um 100 Pfd. Gusswaaren darzustellen, muss eingeschmolzen werden . . . . 1 Ctr. 42 Pfd.

Daher zu 1 Ctr. dergleichen . . . 1 „ 57 „

oder zu 100 Ctr. dergl. . . . . . . 152 „ — „

Der Abgang an Eisen beim Einschmelzen beträgt 9 Proc. — Der Steinkohlenverbrauch zu 100 Pfd. einzuschmelzenden Roheisens ist $^{13}/_{100}$ Tonne = $^{97}/_{100}$ Kubikf., daher zu 100 Ctr. desgl. 15 Tonnen = $106^2/_3$ Kubikf., oder zu 10 Ctr. $1^1/_2$ Tonne = $10^2/_3$ Kubikf.

Auf derselben grossartigen Giesserei waren, nach amtlichen Angaben, im Jahre 1852 von den dort vorhandenen 4 *Kupolöfen* stets 2 im vollen Gange, von denen in 594 Schmelzschichten $96827^1/_2$ Ctr. Roheisen mit $11173^1/_2$ Tonnen Koaks in 30650 Gichten verschmolzen und 56765 Ctr. 9 Pfd. Gusswaaren, d. h. 58,6 Proc. nebst 33284 Ctr. 53 Pfd. Eingüssen, also 34,4 Proc. bei 7 Proc. Schmelzabgang producirt wurden, so dass, bei einem Koaksverbrauch von 11,53 Tonnen auf 100 Ctr., in einem Schmelzen durchschnittlich 51,6 Gichten gemacht, und, die Gicht zu 3 Ctr. 17,5 Pfd., in einem Ofen 163 Ctr. 1 Pfd. oder täglich 326 Ctr. 2 Pfd. durchgeschmolzen wurden. — Die Selbstkosten stellten sich für 1 Centner Gusswaaren aus den Kupolöfen auf durchschnittlich 1 Thlr. 23 Sgr. 7 Pf.

Die Zahl der Flammöfen auf diesem Werke beträgt 8, und ausserdem findet sich 1 Gasflamm- oder Roheisenfeinofen. In ersteren wurden 317 Schmelzen gemacht, 13047 Ctr. Eisen eingesetzt, 1832 Tonnen Kohlen verbraucht, und 9052 Ctr. 75 Pfd. oder 69,4 Proc. Gusswaaren nebst 2522 Ctr. 35 Pfd. Eingüssen, oder 19,3 Proc., bei 11,3 Proc. Abgang erzeugt. Die Gusswaaren bestanden meist in grossen Stücken, Walzen u. dergl. Die Selbstkosten betrugen 1 Thlr. 25 Sgr. 1 Pf.

Der *Gasflammofen* dient fast nur zur Darstellung eines zum Walzenguss geeigneten Materials. Gefeint wurden hier 2380 Ctr. Roheisen mit $269^1/_2$ Tonnen Stückkohlen, und daraus 2148 Ctr. Producte, oder 90,2 Proc. erhalten, bei einem Abgange von 9,8 Proc. Die Selbstkosten betrugen pro Ctr. 1 Thlr. 11 Sgr. 4 Pf.

In der königl. Eisengiesserei zu *Berlin* hatte man beim Kupolofenbetrieb einen Abgang von 8,9 Proc.; der Verbrauch an Koaks betrug auf 1 Ctr. Gusswaaren 0,51 Scheffel. Bei den Flammöfen war der Abgang 11,98 Proc., der Steinkohlenaufwand 1,1 Scheffel.

Das *Schwindmaass*, d. h. der Betrag des Schwindens, ist beim Gusseisen $^1/_{98}$ — $^1/_{95}$, durchschnittlich $^1/_{97}$, als lineare Zusammenziehung, und zwar beim hellgrauen Roheisen weniger als beim dunklen. Den Betrag der Schwindung für das Flächenmaas und für den Kubikinhalt findet man genau genug, wenn man das lineare Schwindmaass im erstern Falle verdoppelt, im letzten verdreifacht. Schwindet z. B. eine Parallelopiped in jeder seiner

Dimensionen um $^1/_{96}$, so beträgt dies auf jeder Fläche $^1/_{48}$ des Quadratinhaltes und vom körperlichen Inhalte $^1/_{32}$. Durch das Schwinden vermindert sich nur die *Grösse* eines Gussstückes.

Ueber das *Verhältniss des Gewichts zwischen Gussmodellen und deren Abgüssen* in Eisen hat Herr Director *Karmarsch* in Hannover neuerlich Erfahrungen mitgetheilt, die hier insofern von Wichtigkeit sind, als man im Stande ist, nach dem Modelle das Metallgewicht des Gusses zu schätzen, denn eine Genauigkeit kann dabei nicht erreicht werden.

Bezeichnet man mit s das specifische Gewicht des Modells, mit S das specifische Gewicht des Gussstückes, mit a das Schwindungsverhältniss (beim Gusseisen 32), mit M aber das absolute Gewicht des Modelles, und mit G endlich das des Gusses, so erhält man die Formel:

$$G = \frac{M . S. (a-1)}{s . a}$$

woraus sich in einzelnen Fällen G berechnen lässt. Das durchschnittliche specifische Gewicht der zu Modellen angewendeten Materialien ist folgendes:

Fichten- und Tannenholz	0,500
Eichenholz	0,785
Buchenholz	0,721
Lindenholz	0,522
Birnbaumholz	0,689
Birkenholz	0,664
Erlenholz	0,551
Mahagoniholz	0,600
Messing	8,300
Zink	7,000
Zinn	7,900
Blei	11,000
Gusseisen	7,250

Ein Pfund des Modelles wiegt in Eisen abgegossen, a, nach den Berechnungen und ermittelten Erfahrungen von *Karmarsch*, und b, nach den auf der kurfürstl. hessischen Eisenhütte zu Veckerhagen angenommenen Maximalzahlen:

Wenn das Modell besteht:	a.	b.
Aus Fichten- oder Tannenholz	14,0	17,5
„ Eichenholz	9,0	10,9
„ Buchenholz	9,7	11,1
„ Lindenholz	13,4	—
„ Birnbaumholz	10,2	13,0
„ Birkenholz	10,6	13,5
„ Erlenholz	12,8	13,5
„ Mahagoniholz	11,7	—
„ Messing	0,84	0,95
„ Zink	1,00	—

	a.	b.
Aus Zinn	0,89	1,11
„ Blei	0,64	0,79
„ Gusseisen	0,97	—

Siebentes Capitel.

Stabeisenfabrikation.

Erfahrungsresultate bei dem Frischfeuerbetriebe.

In Oberschlesien zu Malapane und Creutzburgerhütte (nach Wachler).

Ein sogenanntes deutsches Frischfeuer liefert wöchentlich an Stabeisen 45 Ctr. (Anlaufeisen).

Der Abgang vom Roheisen zum Stabeisen ist $^2/_7$ oder $28^4/_7$ Proc.

100 Pfd. Stabeisen erfordern 1 Ctr. 30 Pfd. Roheisen, 1 Ctr. aber 1 Ctr. 44 Pfd.

100 Pfd. Roheisen geben $71^3/_7$ Pfd. Stabeisen oder 1 Ctr. $78^4/_7$ Pfd.

Der Abgang von altem geschmiedetem Eisen zu Stabeisen ist $^1/_8$ oder $12^1/_2$ Proc.

Zu 1 Ctr. ordinärem Stabeisen aller Art ist $^1/_3$ Korb Holzkohlen erforderlich = 3 Tonnen = $21^1/_3$ Kubikfuss; oder zu 100 Pfd. Stabeisen = $19^{13}/_{33}$ Kubikfuss.

Der Abgang von Roheisen zu Gewehrlaufeisen ist $^3/_8$ oder $37^1/_2$ Proc.

Bei der Zain- und Reckeisen-Fabrication zur Creutzburgerhütte.

Die wöchentliche Fabrikation an Zaineisen ist 30 Ctr.

Der Abgang vom Prügel- zu Zain-, Band- und Reckeisen beträgt 5 Proc. oder pro Ctr. $5^1/_2$ Pfd.

Der Abgang vom Prügel- zu Rundeisen beträgt $8^2/_{11}$ Proc., oder vom Ctr. 9 Pfd.

Zu 10 Ctr. Zain-, Band-, Reck- und Rundeisen sind an Holzkohlen erforderlich 7 Tonnen = $49^7/_9$ Kubikfuss.

Zu 7 Ctr. dergl. sind an Steinkohlen erforderlich 1 Tonne = $7^1/_9$ Kubikfuss.

Zu Rybnick in Oberschlesien.

Bei der Stabeisen-Fabrikation:

Der Abgang des Roheisens zum Stabeisen ist $^2/_7$ oder $28^4/_7$ Proc.

100 Pfd. Stabeisen erfordern daher an Roheisen 1 Ctr. 30 Pfd.

Zu 1 Ctr. Stabeisen ist an Roheisen erforderlich 1 Ctr. 44 Pfd.

100 Pfd. Roheisen geben $71^3/_7$ Pfd. oder 1 Ctr. $78^4/_7$ Pfd.

Der Abgang von altem Schmiedeeisen oder Blechabschnitten zu Stabeisen ist $^1/_8$ oder $12^1/_2$ Proc.

100 Pfd. Stabeisen erfordern daher an dergl. Eisen 1 Ctr. $4^2/_7$ Pfd.

Zu 1 Ctr. Stabeisen ist von solchem Material erforderlich 1 Ctr. $15^5/_7$ Pfd.

100 Pfd. altes Schmiedeeisen geben Stabeisen $87^1/_2$ Pfd.

oder 1 Ctr. desgl. . . . . $96^1/_4$ „

oder 8 Ctr. altes Eisen 7 Ctr. Stabeisen.

Zu 100 Pfd. Stabeisen werden an Holzkohlen erfordert $19^{13}/_{33}$ Kubikfuss.

oder zu 3 Ctr. Stabeisen sind erforderlich 9 Tonnen = 64 Kubikf.

„ „ 1 „ „ „ „ 3 „ = $21^1/_3$ „

1 Frischfeuer liefert wöchentlich an Stabeisen = 50 Ctr.

Kolbeneisen - Fabrikation.

Der Abgang des Roheisens zu dem Kolbeneisen ist $24^1/_2$ Proc.

100 Pfd. Kolbeneisen erfordern an Roheisen 1 Ctr. $22^{68}/_{151}$ Pfd.

Zu 1 Ctr. Kolbeneisen ist Roheisen erforderlich 1 Ctr. $35^{105}/_{151}$ Pfd.

100 Pfd. Roheisen geben Kolbeneisen $75^1/_2$ Pfd.

1 Ctr. Roheisen giebt Kolbeneisen $83^1/_{20}$ Pfd.

Der Abgang von altem Schmiedeeisen etc. ist $^1/_8$ oder $12^1/_2$ Proc.

Zu 100 Pfd. Kolbeneisen sind Holzkohlen erforderlich $1^9/_{11}$ Tonne = 12,93 Kubikfuss.

1 Ctr. Kolbeneisen erfordert 2 Tonnen = $14^1/_9$ Kubikfuss.

1 Kolbenfeuer liefert wöchentlich an Kolben 55 Ctr.

In den sogenannten *Comtéfeuern*, wie sie im südwestlichen Deutschland, südöstlichen Frankreich und in der Schweiz üblich sind, producirt man wöchentlich 80 Ctr. Stabeisen, wovon 60 Proc. starke Stäbe; der Abgang beträgt dabei 26—27,2 Proc. und der Kohlenaufwand für 100 Pfd. Stabeisen 10,58—12,09 rhein. Kubikf.

Bei der *Wallonenschmiede* an der Lahn verbraucht man zu 100 Pfd. Stabeisen 14 bis 15 Kubikfuss Holzkohlen von hartem Holze und verliert 28 Proc. an Roheisen; in der Eiffel steigt der Abgang bis 33 Proc. Diese Frischmethode ist auch in Schweden üblich, wo aus einem sehr reinen halbirten Roheisen das treffliche Eisen zur Fabrikation des Cementstahls dargestellt wird.

In den *Löschfeuern*, wie sie noch hin und wieder in der thüringschen Grafschaft Henneberg betrieben werden, erhält man wöchentlich aus einem sehr garschmelzenden Roheisen 50—60 Ctr. Stabeisen von vorzüglicher Güte, verbraucht aber zu 100 Pfd. Stabeisen wenigstens 30 rhein. Kubikfuss Kohlen, und bringt aus 100 Pfd. Gussstücken und Scheibeneisen nur 67 Pfd. Stabeisen aus.

Bei der *Siegenschen Einmalschmelzarbeit*, die gewöhnlich halbirtes Roheisen verarbeitet, liefert ein Feuer wöchentlich 180 bis 200 Ctr.

Kolbeneisen. 100 Pfd. Roheisen liefern in der Regel nicht mehr als 75 Pfd. Stabeisen, und der Kohlenaufwand beträgt für 100 Pfd. Stabeisen 7 bis 9 Kubikfuss.

Bei der in Westphalen besonders früher üblichen *Osemundschmiede* erfolgen aus 100 Pfd. garschmelzendem Roheisen 75 Pfd. Stabeisen, und werden zu 100 Pfd. Stabeisen 19 bis 21 Kubikfuss Kohlen verbraucht.

Die *österreichische Schwallarbeit*, in Oesterreich und Steyermark üblich, hat einen Abgang von 14 bis 15 Proc., und verbraucht zu 100 Pfd. Stabeisen 23 bis 25, zuweilen auch nur 18 bis 20 Kubisfuss Fichtenkohlen. Sie verarbeitet weisses Roheisen.

Die *steyersche Löscharbeit* verarbeitet ebenfalls weisses luckiges Roheisen, hat einen Abgang von 8 bis 12 Proc., und verbraucht zu 100 Pfd. Stabeisen 27 Kubikfuss Kohlen.

Die *kärnthnerische Löscharbeit* mit gebratenen Blatteln oder mit Kortitsch hat einen Abgang von 20 Proc., und verbraucht zu 100 Pfd. Stabeisen 27 bis 30 Kubikfuss.

Bei der *steyerschen Wallonenarbeit* beträgt der Abgang im Frischfeuer $5^1/_2$ bis $6^1/_2$ Proc., im Ausheizherde 5 bis 6 Proc., der Kohlenaufwand im erstern 14 bis 16 Kubikfuss, im letztern 12 bis 14 Kubikfuss.

Die Anwendung von *erhitzter Gebläseluft* bei den Frischfeuern hat überall Kohlenersparung, Verminderung des Abganges und grösseres Ausbringen veranlasst, jedoch sind die erlangten Vortheile zu verschiedenartig, um sie in Zahlen mittheilen zu können.

Eben so hat die *Benutzung der aus den Frischfeuern entweichenden Flammen und Gase* zur Feuerung von Glühöfen einen wesentlichen Vortheil. Besonders ist die von dem Elsässer Ingenieur *Karr* gemachte Einrichtung (s. Berg- und Hüttenmännische Zeitung, 1854, Nr. 2 und Nr. 25) sehr vortheilhaft. Zwei Frischfeuer sind mit einem Glühofen verbunden. Es wird damit $^1/_6$ an Brennmaterial und 50 Minuten an Zeit bei jeder Luppe erspart, und es können in dem Glühofen 400 Kilogr. Kolben zum Auswalzen gewärmt werden.

Die Puddelarbeit.

Fein- oder Reineisen-Bereitung im Feineisenfeuer.

In Frankreich und Belgien nimmt man an, dass zur Verwandlung von 1 Kilogr. Roheisen in Feineisen 0,303—0,313 Kilogr. Koaks erforderlich sind.

Ein Feineisenfeuer mit 6 Düsen producirt in einer Woche 130 Tonnen Feineisen, eines dergleichen mit 4 Düsen 90 Tonnen.

In der *Königshütte* in Oberschlesien erfolgen aus 100 Pfd. Roheisen 90 Pfd. Reineisen, und 1 Ctr. Roheisen giebt mithin an Reineisen 99 Pfd.

Zu 1 Ctr. Reineisen sind 3 Kubikfuss Koaks erforderlich, oder zu 100 Pfd. 2,727 Kubikf.

In dem *Gasflammofen* zu Königshütte geben 100 Pfd. Roheisen 92 Pfd. Reineisen und 1 Ctr. daher 101,2 Pfd.

Zu 1 Ctr. Reineisen sind Stückkohlen erforderlich 1,5 Kubikfuss, mithin zu 100 Pfd. 1,36 Kubikfuss.

Zu 1 Ctr. Reineisen ist ausserdem 1¼ Pfd. an gepochtem Kalkstein erforderlich.

Puddel- oder Walzhütte und Walzwerke und deren Betrieb.

Die grösseren Walzhütten bestehen gewöhnlich aus mehreren besonderen Gebäuden, aus der Puddel- und aus der Walzhütte; in der erstern wird das Roheisen verpuddelt und das Puddeleisen wird gezängt und zu Rohschienen ausgewalzt. In der Walzhütte werden die Rohschienen ausgeschweisst und zu Stabeisen, Feineisen, Eisenbahnschienen, Drahteisen und Schwarzblech verarbeitet. Selten nur werden in einer Walzhütte alle diese verschiedenen Producte fabricirt.

In der *Puddelhütte* werden die Puddelöfen entweder an den Umfassungsmauern in eine und dieselbe Linie gelegt, oder man bildet davon zwei parallele Linien mit einem freien Raum zwischen beiden. Die Feuerung der Oefen muss von aussen bewirkt werden können, so dass die Steinkohlen oder jedes andere Brennmaterial, werde es nun direct oder indirect, als Gas verwendet, gar nicht in die Hütte kommt.

Zur Raumgewinnung und wegen Kostenersparung legt man stets zwei Oefen an einander, trennt aber die Gemäuer beider durch eine Füllung und überhaupt so, dass das Kaltlager oder die Reparatur des einen nicht auch den Betrieb des andern unterbreche. Der Zwischenraum zwischen den Arbeitsseiten zweier paralleler Ofenreihen beträgt etwa 20 Fuss, damit sich die Arbeiter nicht gegenseitig hindern und nicht soviel von der Hitze zu leiden haben.

Vortheilhaft ist es, die aus den Puddelöfen entweichende Hitze zur Feuerung von Dampfkesseln zu benutzen und die Verbrennungsproducte von einer ganzen Reihe von Oefen einer einzigen hohen Esse zuzuführen. Am besten ist es, die Kessel unter der Hüttensohle anzubringen. Die Anlage- und Betriebskosten werden durch diese Einrichtung sehr vermindert. Ein Musterwerk dieser Art ist die neue Puddelhütte zu Seraing, beschrieben und abgebildet in *Valerius'* Stabeisenfabrikation, 2. Ergänzungsheft (Freiberg 1851) S. 26 ff. — Bei Anwendung einer Esse für mehrere Oefen ist eine besondere Aufmerksamkeit auf die Vorrichtung der Register zu verwenden, womit jeder Ofenfuchs versehen sein muss, damit jeder Ofen seinen besondern Zug hat.

Die *Triebkräfte* in den Luppen- und Walzhütten sind in den meisten Fällen Dampfmaschinen, da selten soviel Wasserkräfte, um zu allen Jahreszeiten auszureichen, disponibel sind, Dampfkraft auch, wenn sie durch die verlorengehende Hitze der Oefen erzeugt wird, wohlfeiler als Wasserkraft ist. Unter den verschieden eingerichteten Dampfmaschinen verdienen die *horizontalen* den Vorzug; sie nehmen wenig Platz ein, machen grösstentheils das

Räderwerk unnöthig, erfordern nur ein geringes Schwell- oder Sohlwerk, veranlassen geringere Reibung und Anlagekosten. Es können diese horizontalen Maschinen so gut festliegende als schwingende Cylinder haben; erstere verdienen jedesmal dann den Vorzug, wenn, zur Erlangung von verschiedenen Geschwindigkeiten, oder um die Wirkung des Schwungrades zu verstärken, wie z. B. bei einem Blechwalzwerke, Räderwerk erforderlich ist. — Besonders zweckmässig ist es auch, die Speisepumpen für die Kessel ganz unabhängig von der Triebmaschine zu machen und sie durch eine besondere kleine Dampfmaschine zu betreiben. Muss daher die Hauptmaschine stillstehen, so geht die Speisung dennoch immer fort, welches auch um so nöthiger ist, da die Dampferzeugung mittelst der aus den Oefen entweichenden Hitze nicht unterbrochen werden kann.

Betreibt ein Motor nur ein einziges Walzwerk, welches 60 bis 70 Umgänge in der Minute macht, so wird das Schwungrad auf seine Welle gelegt. Die Bewegung wird durch ein Rad oder ein Getriebe mitgetheilt, wenigstens wenn die relativen Geschwindigkeiten des Motoren und der Walzen nicht sehr verschieden sind. In diesem Falle ist eine mittlere Welle erforderlich, die mit einem Getriebe versehen ist, welches von dem Zahnrade des Motoren bewegt wird, so wie auch ein Rad, welches das Getriebe neben dem Schwungrade bewegt.

Ein Walzwerk, welches 60 Umgänge in der Minute macht, kann durch eine Dampfmaschine von grosser Geschwindigkeit unmittelbar bewegt werden; macht es weniger Umgänge, so muss zwischen der Trieb- und Walzenwelle eine andere liegen, welche wenigstens 100 Umgänge macht und mit dem Schwungrade versehen ist; in diesem Falle würde man nur 2 Stirnräder und 2 Getriebe nöthig haben. — Die grösste Geschwindigkeitsdifferenz, welche man zwischen zwei aufeinanderfolgenden Wellen annehmen kann, übersteigt gewöhnlich das Verhältniss von 1 zu 6 nicht. Die Bewegungsmittheilung besteht alsdann aus 6 Rädern oder Getrieben, und aus einem Schwungrade, welches man auf die Wellen legt, die den Walzgerüsten am nächsten liegen, oder auch auf die Walzwerkswelle selbst.

Betreibt ein Motor mehrere Walzgerüste, so giebt man demselben die Geschwindigkeit des am schnellsten gehenden Walzwerkes, wie wir es angegeben haben. Man hängt das Schwungrad darauf und man nimmt die Bewegung der Centralachse, um sie den anderen Gerüsten durch Räder mit sehr starken Zähnen mitzutheilen, weil sie nicht gegen die Stösse geschützt sind. — Die Hämmer werden zuweilen, besonders bei Wasserrädern, nach dem Schwungrade angebracht, bei Dampfmaschinen dagegen oft an der Kurbelwelle und vor dem Schwungrade, in welchem Falle die Maschine durch die Stösse des Hammers sehr leidet.

Oft ist es schwierig, alle Walzgerüste nach dem Schwungrade anzubringen; man legt alsdann diejenigen, welche die geringsten Stösse veranlassen, entweder an eine Welle zwischen der der

Triebkraft und der des Schwungrades, oder an Wellen, die an der andern Seite der Triebwelle liegen und denen gegenüber, welche das Schwungrad bewegen. So legt man die Walzgerüste oft zu beiden Seiten eines Wasserrades, auf die eine Seite das Schwungrad und das stärkste Gerüst, auf die andere die leichteren Gerüste und oft auch einen Hammer.

Alle diese Einrichtungen geben zu verwickelten Bewegungsmittheilungen Veranlassung, bei denen weder die Motoren, noch die Zahnräder wirksam gegen die Stösse gesichert sind, die man möglichst vermeiden muss. Es ist daher viel zweckmässiger, jedes einzelne Walzwerk mit bestimmter Geschwindigkeit, wie Luppen-, Stabeisen-, Blech-, Schienen- etc. Walzwerk durch eine besondere Maschine betreiben zu lassen, besonders wenn die Kessel durch die Oefen gefeuert werden.

Manche Walzwerke werden gewöhnlich durch Wasserräder, und nur bei Wassermangel durch Dampfmaschinen bewegt; Einrichtungen dieser Art sind aber stets kostbar, und werden gewöhnlich erst dann gemacht, nachdem man sich von der Unzulänglichkeit der Wasserkraft überzeugt hatte.

Allgemeine Bemerkungen über den Flammofenbetrieb.

Herr Hüttenmeister *Feistmantel* zu Neujoachimsthal in Böhmen hat in der Berg- und Hüttenmänn. Zeitung, 1850, Nr. 36 und 37, eine vortreffliche Arbeit zur Beantwortung der Frage geliefert, wie sich die von den Brennstoffen entwickelte Wärmemenge in einem Flammofen auf die verschiedenen Functionen, die sie zu verrichten hat, vertheilen mag. Es muss dabei ein bestimmter Fall angenommen werden, und dies ist ein Schweissofen bei einem Walzwerk, zum Ausschweissen der Pakete.

Es theilt sich nun die von dem verwendeten Brennmaterial erzeugte Wärme auf folgende Art:

1) Auf die Erwärmung des eingelegten Eisens.

2) Auf die Erwärmung der dabei entstehenden Schlacke.

3) Auf jene Wärme, welche die erhitzten Gase dem Ofen entführen.

4) Auf die Wärmemenge, welche durch das durch den Rost fallende Quantum Brennmaterial entgeht.

5) Auf die zur Erwärmung des dem Brennmaterial eigenen Aschen- und Wassergehaltes verwendete Wärme.

6) Auf unbestimmbare Verluste.

Um das Minimum des Brennstoffaufwandes zu bestimmen, nimmt Herr *Feistmantel* an, dass das verwendete Brennmaterial vollkommen verbrannt, d. h. sämmtlicher Kohlenstoff in Kohlensäure verwandelt werde; dass ferner der ganze Apparat vollkommen hergestellt sei, und bestimmt die Brennstoffmenge in Bezug auf 100 Pfd. zu erhitzendes Eisen.

Nun sei x die Brennmaterialmenge in Pfunden, welche verbrannt werden muss, um 100 Pfd. Eisen auf die verlangte Temperatur zu erhitzen.

13 *

t die Temperatur, welche dem Eisen gegeben werden soll in Cent.-Graden.

s die specifische Wärme desselben.

o das auf dem, während der Erhitzung dieser 100 Pfd. Eisen verbrannten Brennstoffe entwickelte Gasquantum in Pfunden.

s' die specifische Wärme dieses Gasquantums.

m die Menge der Wärmeeinheiten, welche das zu Gebote stehende Brennmaterial bei vollkommener Verbrennung erzeugt.

y die Menge der Schlacke, welche auf 100 Pfd. Eisen erzeugt wird.

s'' ihre specifische Wärme.

α das Procent des Brennmaterialverlustes durch den Rost.

β das Procent des Aschengehaltes.

s''' die specifische Wärme der Asche.

Mit Berücksichtigung dieser Bezeichnungen findet man

ad 1. Die Menge Brennmaterial zur Erhitzung von 100 Pfd. Eisen auf die Temperatur t : $= \frac{100\ t\ s}{m}$.

ad. 2. Bei der Annahme, dass die Bildung der Schlacke eine eben so hohe Temperatur als das Schweissen des Eisens erfordere, ist die Brennstoffmenge zur Erzeugung desselben $= \frac{y\ t\ s''}{m}$.

ad 3. Jene Wärmemenge, welche durch die erhitzten Gase dem Ofen entführt wird, ist, auf Brennmateriale zurückgeführt, $= \frac{o\ s\ t}{m}$. *Feistmantel* nimmt hierbei an, dass die Gase mit derselben Temperatur den Herd verlassen, welche dem zu erwärmenden Mittel beigebracht werden soll, welche Annahme seinen Erfahrungen zufolge mit der Wirklichkeit sehr nahe stimmt. Zur Bestimmung des Gasgemenges o ist nothwendig, die Zusammensetzung des zu verwendenden Brennmaterials zu kennen. Diese sei in 100 Pfd. = a Pfd. Kohlenstoff + b Pfd. Wasserstoff + c Pfd. Sauerstoff + β Aschengehalt. Das auf 100 Pfd. zu erwärmenden Eisens verbrannte Kohlenquantum ist daher $= \frac{x}{100}(a + b + c + \beta)$, wozu bei vollkommener Verbrennung an Oxygen verbraucht wird:

$$\left(\frac{a\ x\ .\ 8}{100\ .\ 3} + \frac{b\ x\ .\ 8}{100} - \frac{c\ x}{100}\right).$$

Hierbei wird aus der zu Unterhaltung des Verbrennens dienenden atmosphärischen Luft an Stickstoff ausgeschieden:

$$\frac{77}{23}\left(\frac{8\ .\ a\ x}{300} + \frac{b\ x\ .\ 8}{100} - \frac{c\ x}{100}\right);$$

daher ist das ganze, während der Erhitzung von 100 Pfd. Eisen auf t Grade, bei einer vollkommenen Verbrennung, erzeugte Gasquantum

$O = \frac{11\ a\ x}{300}$ Kohlens. $+ \frac{9\ b\ x}{100}$ Wasserdampf + Stickstoff

$$= \frac{x}{100} \left(\frac{11\ a}{3} + 96 + \frac{77}{23} \left(\frac{8}{3}\ a + 8\ b - c \right) \right.$$

$$= \frac{x}{100}\ (12{,}6\ a + 35{,}5\ b - 3{,}3\ c).$$

Sonach ist der Brennstoffaufwand ad 3.

$$= \frac{x}{100}\ (12{,}6\ a - 35{,}5\ b - 3{,}3\ c)\ \frac{t\ s'}{m}.$$

ad 4. Dieser Verlust an Brennmaterial ist $= x\ \alpha$.

ad 5. Hier kommt zu erwägen, dass der Gehalt an mechanisch gebundenem Wasser zur Vereinfachung der Rechnung sehr leicht bei der Zusammensetzung des Brennmaterials berücksichtigt, folglich hier übergangen werden kann, wodurch blos der Brennstoffaufwand zu berechnen kommt, der zur Erhitzung der Asche erfordert wird. Obwohl nun unmittelbar im Heizraume die Temperatur eine höhere ist, als im Herde, wo sich dieselbe theils durch die Ofenwände, theils durch das erwärmende Mittel bereits zu dem verlangten Grade erniedrigt haben wird, die Asche also eigentlich diesen höhern Temperaturgrad annehmen sollte, so wird die Genauigkeit der Rechnung doch nicht merklich leiden, wenn man annimmt, dass sie blos den Grad der Temperatur, wie die bereits im Herde befindlichen Gase erreicht, und es folgt dann für diesen Punkt der nöthige Brennstoff $= \frac{x\,.\,\beta\,.\,t\,.\,s''}{m}$.

Im Ganzen würde daher zur Erhitzung von 100 Pfd. Eisen auf t Grade an Brennmaterial erfordert werden:

$$x = \frac{100\ t\ s}{m} + \frac{x\ t\ s''}{m} + \frac{x}{100}\ (12{,}6\ a + 35.5\ b - 3{,}3\ c)$$

$$\frac{t\ s'}{m} + x\,.\,\alpha + \frac{x\,.\,\beta\,.\,t\ s'''}{m},$$

$$\text{woraus } x = \frac{100\ t\ s + y\ t\ s''}{m - \frac{(12{,}6\ a + 35{,}5\ b - 3{,}3\ c)}{100}\ t\ s' - \alpha\ m - \beta\ t\ s'''}$$

Aus dieser Formel ergiebt sich, dass der Brennmaterialverbrauch um so grösser ist, je grösser die zu erzielende Temperatur t, je grösser die specifische Wärme der verschiedenen zu erhitzenden Stoffe, ferner je geringer die von einer Gewichtseinheit der zu Gebote stehenden Brennstoffe entwickelte Wärmemenge ist. Auch folgt ein um so grösserer Brennstoffaufwand, je grösser der Wassergehalt desselben ist, obwohl durch einen grössern Antheil von Wasserstoffgas die Zahl der entwickelten Wärmeeinheiten wächst. — Endlich wird ersichtlich, dass durch stete Vermehrung dieses Wassergehaltes eben so wie durch eine gewisse Erhöhung des Aschengehaltes der Effect eines Brennmaterials selbst Null werden kann. —

Um den nöthigen Brennmaterialaufwand zu bestimmen, hat Herr *Feistmantel* folgende Beobachtungen bei den Schweissöfen

der Walzhütte zu Althütten gemacht: — Die Temperatur des Eisens zur Zeit, wo es unter die Walzen gegeben wird, ist beiläufig 1650 Grad. Die specifische Wärme der zu erhitzenden Rohschienen ergab sich auf 0,11. Durch das Erhitzen dieser Rohschienen bis zur Schweisshitze entsteht ein Abgang von 10 Proc., welcher in Schlacke verwandelt wird. Diese besteht aus:

0,60 Eisenoxydul,
0,35 Kieselerde,
0,05 Thonerde.

Zu 60 Pfd. Eisenoxydul sind nöthig 46 Pfd. Eisen; es entsteht daher aus 46 Pfd. Eisen 100 Pfd. Schlacke, oder aus 10 Pfd. Eisen, welche während der Erhitzung von 100 Pfd. verschlacken, 21,7 Pfd. Schlacke, deren specifische Wärme sich auf 0,106 bestimmte.

Durch den Rost gehen nach mehreren Versuchen durchschnittlich 8 Proc. Brennmaterial verloren, worin 5 Proc. erdige Bestandtheile, 3 Proc. aber zerkleinerte Kohlenstückchen sind. Die specif. Wärme der Asche kann 0,17 gesetzt werden. Die Zusammensetzung der jedesmal verwendeten Brennmaterialien muss bekannt sein, und *Feistmantel* setzte hier für gut flammbare Steinkohlen den absoluten Wärmeeffect = 6000, und die Zusammensetzung mit Berücksichtigung von 5 Proc. Feuchtigkeitsgehalt = 69 Kohlenstoff, 6 Wasserstoff, 20 Sauerstoff, 5 Asche. — Man findet nach dieser Voraussetzung, dass bei Verbrennung von 1 Pfd. Kohle sich bilden werden:

Kohlensäure 1,83
Wasserdampf 0,48
Stickstoff 5,22, oder in einem Pfund

Gas werden enthalten sein:

0,249 Kohlensäure,
0,053 Wasserdampf,
0,698 Stickstoff.

Da nun die specif. Wärme = 221, die des Wasserdampfes = 0,847 und jene des Stickstoffes = 0,275 ist, so folgt die specif. Wärme des Gasgemenges = 0,29.

Substituirt man diese Werthe in die oben gefundene Formel, so ergiebt sich

$$x = \frac{100 \,.\, 1650 - 0{,}11 + 21{,}7 \,.\, 1650 \,.\, 0{,}196}{6000 = \frac{(12{,}6 \,.\, 69 + 35{,}5 \,.\, 6 - 3{,}3 \,.\, 20)}{100} 1650 \,.\, 0{,}29 - 0{,}08 \,.\, 6000 - 0{,}05 \,.\, 1650 \,.\, 0{,}17}$$

= 39 Pfd. als den theoretischen Aufwand an Brennstoff zur Erwärmung von 100 Pfd. Eisen von 0 auf 1650°.

Der wirkliche Verbrauch jedoch bestimmt sich folgendermaassen:

Es wurden in einer Betriebswoche von 178 Stunden 62700 Pfd. Rohschienen schweisswarm gemacht mit einem Aufwande von 41000 Pfd. Steinkohlen; folglich verbrannte pro 1 Minute 4,6 Pfd. Kohle. Eine Charge mit einer Einlage von 300 Pfd. dauerte von

einem Einsatze zum andern durchschnittlich 1 Stunde, daher 100 Pfd. in 12 Minuten mit einem Kohlenaufwande von $12 \times 4{,}6 = 55$ Pfd. auf die erforderliche Temperatur erhitzt wurden. —

Es stellt sich folglich gegen den oben berechneten ein Mehrbedarf von $55 - 39 = 16$ Pfd. heraus. Der Grund dieses grössern Bedarfs liegt nun einerseits darin, dass nicht sämmtlicher Kohlenstoff wirklich in Kohlensäure, sondern bald mehr, bald weniger in Kohlenoxyd umgewandelt wird; ferner aber auch darin, dass durch die Arbeits- und Heizthür, so wie durch Sprünge im Mauerwerke, kalte Luft eindringt und einen Wärmeverlust veranlasst. Ein weiter nicht unbeträchtlicher Theil dieses Mehraufwandes rührt auch daher, dass zum Anheizen des Ofens im Beginn jeder Betriebswoche 1500 bis 1600 Pfd. Kohle nothwendig werden, so wie dass 2 Mal in jeden 24 Stunden der Boden des Ofens geebnet und der Heizraum gereinigt werden muss, wodurch der Ofen abgekühlt wird, und beiläufig eine Stunde wieder geheizt werden muss, ehe ein neuer Einsatz gemacht wird. Zieht man die hierdurch nothwendig werdende grössere Brennmaterialmenge in Berücksichtigung, so wird es klar, dass der wirkliche Bedarf den nach der Rechnung nothwendigen nicht übermässig übersteigt. — Wir wollen nun bestimmen, wie sich die entwickelte Wärme in den einzelnen Functionen vertheilt.

Zur Erhitzung der 100 Pfd. Eisen ist erforderlich:

$\frac{100 \,.\, 1650 \,.\, 011}{6000}$ . . . . . $= 3{,}02$ Pfd. Kohle oder 7,7 Pfd.

Zur Erzeugung der Schlacke:

$\frac{21{,}7 \,.\, 1650 \,.\, 0{,}196}{6000}$ . . . . . $= 1{,}16$ „ „ „ 3,0 „

Die Gase entführen dem Herde:

$\frac{39}{100}\,(12{,}6 \,.\, 69 + 35{,}5 \,.\, 6 - 3{,}3 \,.\, 20)$

$\frac{1650 \,.\, 0{,}29}{6000}$ . . . . $= 31{,}6$ „ „ „ 81,1 „

Durch den Rost geht verloren:

$0{,}08 \,.\, 39$ . . . . $= 3{,}13$ „ „ „ 8,0 „

Durch Erhitzung der Asche:

$\frac{0{,}05 \,.\, 1650 \,.\, 0{,}17}{6000}$ . . . . . $= 0{,}09$ „ „ „ 0,2 „

39 Pfd. Kohle oder 100 Pfd.

Hieraus geht hervor, dass der eigentliche Zweck, nämlich die Erwärmung des Eisens mit der hierzu nöthigen Schlackenbildung, wenig mehr als 0,1 des ganzen Brennstoffaufwandes benöthige. Dagegen wird ein bedeutendes Proc., 81,1, durch die entweichenden Gase dem Ofen entzogen. Das Verhältniss dieses Verlustes bleibt nicht in allen Fällen constant, sondern wechselt mit der Temperatur der aus dem Ofen abziehenden Gase. Zum Beweise

diene die Annahme, dass in der oben angeführten Rechnung das Eisen blos auf 1200° Cent. zu erwärmen wäre. Man findet dann, dass von 100 Pfd. verwendeten Brennstoffes

23,9 Pfd.	durch	Erhitzung des Eisens,
9,2 „	„	Bildung der Schlacke,
58,9 „	„	Abströmen der heissen Gase,
8,0 „	„	Verlust im Aschenfalle

consumirt, in diesem Falle also 22 Proc. weniger, als im vorigen, durch die Gase dem Ofen entführt, und beinahe 0,33 nutzbringend verwendet werden.

Beobachten wir die Gase auf ihrem Wege durch den Kamin. Für den Herd ist jene Hitze, welche die Gase bei ihrem Eintritt in den Kamin noch besitzen, eine verlorene; nicht so aber für den ganzen Heizapparat; die im Kamin anlangende Wärme hat nämlich noch die wichtige Wirkung der Erzeugung des nöthigen natürlichen Luftzuges, um dem am Roste befindlichen Brennmateriale hinlänglich atmosphärische Luft zuzuführen.

Dass der Herd eine so hohe Temperatur haben müsse, als sie dem zu erwärmenden Mittel gegeben werden soll, ist unumstösslich; es werden daher auch jedesmal die Gase aus dem Herde mit einer nicht, oder nur sehr wenig geringern Temperatur abströmen. Es handelt sich nun nur darum, zu bestimmen, welche Temperatur zur Erzeugung eines gewissen Luftzuges im Kamine vorhanden sein soll.

Die Grösse des Zuges ist die Geschwindigkeit der den Kamin durchströmenden Gase, und diese bestimmt sich, wie bestimmt aus der Höhe h, und der mittlern Temperatur desselben s, nach der Formel

$$v = \sqrt{2\,g\,h\,.\,a\,\frac{(s' - s}{1 + a\,s)}},$$

wo a den Ausdehnungscoefficienten für Gase $= 0{,}00365$, und s die Temperatur der äussern kalten Luft bezeichnet.

Schon aus dieser Formel ersieht man, wie bei gleichbleibender Geschwindigkeit die mittlere Temperatur des Kamins sinken kann, wenn die Höhe desselben vergrössert wird.

Die aus der vorstehenden Formel resultirende Geschwindigkeit ist aber eine jedenfalls zu grosse, da hier auf die verschiedenerlei Reibungen und Widerstände, welche die Gase auf ihrem Wege durch den ganzen Apparat erleiden müssen, keine Rücksicht genommen ist. Herr *Feistmantel* hat die Grösse dieser Widerstände speciell für seinen Fall durch mehrere Versuche zu bestimmen gesucht. Hierzu hat er am Ende des Kamins die Gase mittelst eines trichterförmig erweiterten Rohres gefangen und auf einen mit Wasser gefüllten Manometer wirken lassen, wodurch bei vielen Versuchen sich jedesmal ein Druck von 1,5 östr. Linien ergab.

Durch vorgenommene Wägungen (in mit dem Gase gefüllten und wieder luftleer gemachten, oder mit Luft angefüllten gläsernen Ballonen) bestimmte sich das entweichende Gasgemenge beinahe 640 mal leichter als Wasser. Seine Temperatur ist beim Entweichen

800° Cent. Alle diese Bestimmungen wurden vorgenommen, während der Ofen im vollen Zuge, längere Zeit nach dem Einschüren, und sowohl die Arbeits- als die Heizthür möglichst geschlossen war. — Aus diesen Beobachtungen berechnet sich eine Geschwindigkeit der Gase am Ende des Kamins

$$c = \sqrt{2 . 31 . \frac{45}{144} . 640 \ (1 + 0{,}00365 . 800) \frac{32}{32 + \frac{115}{144}}}$$
$$= 39{,}2 \text{ Fuss.}$$

Aus jener theoretischen Formel würde die Geschwindigkeit jedoch folgen

$$v = \sqrt{2 . 31 . 37 . 0{,}00365 \frac{(800 - 10)}{1 + 0{,}00365 . 10}} = 79,$$

wenn die äussere Geschwindigkeit 10° Cent. gesetzt wird, indem die Höhe des Kamins 37 Fuss betrug. Hieraus resultirt ein Cossectionscoefficient $\frac{79}{39{,}2}$ = beinahe 0,5. Wir hätten daher zur Bestimmung der Geschwindigkeit der Gase im Kamine die Formel:

$$v = 0{,}5 \sqrt{2 \ g \ h . a \left(\frac{s' - s}{1 + a \ s}\right)},$$

und es ergiebt sich für unsern Fall, wo die Gase mit 1600° in den Kamin treten und denselben mit 800° Wärme verlassen, daher eine mittlere Temperatur von 1200° in der Esse herrscht, eine mittlere Geschwindigkeit in dieser von 53 Fuss. Ist nun die mittlere Geschwindigkeit bekannt, mit welcher die Gase den Kamin durchströmen sollen, so lässt sich leicht für jede andere Kaminhöhe die nöthige mittlere Temperatur desselben bestimmen. Es ist

für eine Kaminhöhe von	37	Fuss	die mittlere Temperatur	= 1200°
" " " "	40	"	" " "	= 1197°
" " " "	50	"	" " "	= 961°
" " " "	60	"	" " "	= 810°
" " " "	70	"	" " "	= 707°
" " " "	80	"	" " "	= 625°

Herr *Feistmantel* hat nun bei dem Ofen seiner Versuche die Temperatur in verschiedenen Höhen des Kamins zu ermitteln gesucht und gefunden: Dieselbe ist beim Eintreten der Gase aus

dem Fuchs in den Kamin . . .	1550—1600°	Cent.
4′ über diesem Punkte circa	1450°	"
19—20′ " " " "	1200°	"
25′ " " " "	1080°	"
Am Ende der Esse oder 37′ über diesem Punkte	800°	"

Zu einer annähernden Auffindung dieser Temperatur hat er Gold, Kupfer nnd Bronze, ferner weisses und graues Roheisen so lange in den Kamin gebracht, bis er die Grenzen gefunden, wo-

nach das Schmelzen dieser Metalle eintrat. Die Versuche wurden zahlreich wiederholt, da die Temperatur im Kamine eine etwas wechselnde ist, so dass man für die verschiedenen Temperaturen gewisse Zonen annehmen muss, in welchen die Grenzen schwanken. *Bronze,* deren Schmelzpunkt er nach *Pouillet* auf 900° C. annahm, schmilzt nicht immer am Ende des Kamins, so dass man die Temperatur daselbst im Durchschnitte auf 800° setzen kann. — Man sieht, dass sich die Gase auf ihrem Wege durch die Esse um 800° Grad abkühlen, und zwar der Art, dass die Raschheit des Erkaltens, welche in dem tiefsten, d. i. in dem heissesten Kaminraume auf 1 Fuss Höhe 25° beträgt, am Ende der 37 Fuss hohen Esse bereits nur 10 Grad auf 1 Fuss Höhe erreicht.

Man kann daher annehmen, dass bei einer 80 Fuss hohen Esse, in welche man die Gase mit 1200° eintreten liesse, diese immer noch mit einer Temperatur von 100° aus der Essenmündung treten würden, welche Temperatur hinreichend ist, die Gase ungehindert in der atmosphärischen Luft aufsteigen zu lassen. In diesem Falle würde aber eine mittlere Essentemperatur von 650° resultiren, welche, wie vorhin gezeigt wurde, bei einer 80 Fuss hohen Esse genügend ist, die Geschwindigkeit von 53 Fuss hervorzubringen.

Es folgt hieraus, da bei dem oben speciell behandelten Falle die mittlere Geschwindigkeit in der Esse 53 Fuss, die Temperatur der Gase bei ihrem Eintreten 1600, bei ihrem Austreten 800° beträgt, dass man dieselbe Wirkung erreichen würde, wenn statt einer 37 Fuss hohen, eine 80 Fuss hohe Esse angebracht, die Gase aber, statt mit 1600, blos mit 1200° eingelassen würden.

Man könnte also die aus dem Herde mit 1600° entweichenden Gase noch zu irgend einem Zwecke benutzen, ehe sie in den Kamin geleitet werden.

Jedoch ist hierbei wohl zu beachten, dass die ganze Wärmemenge, welche die Gase bei ihrer Erkaltung von 1600 auf 1200° zu entwickeln vermögen, auch benutzbar sein werde, da ein neuer Theil der Hitze erforderlich sein wird, die durch die grössere Höhe der Esse und durch die Wände und Biegungen des anzuwendenden Zwischenapparates hervorgebrachten Widerstände zu überwinden. Ausserdem erfordert es immer eine Ueberlegung, ob das auf diese Art gewonnene Brennmaterial die Unkosten einer so hohen, wenigstens in ihren unteren Theilen öftere Erneuerung bedürftigen Esse aufwiegt, und ob nicht die Abhängigkeit, durch zwei mit einander verbundene Apparate hervorgebracht, den in manchen Fällen erreichbaren Vortheil verdunkelt. —

Die einem Herde entströmenden Gase zu was immer für einen Zweck noch benutzen zu wollen, ohne der Esse die für diesen Fall nothwendige Höhe zu ertheilen, erfordert stets einen Zusatz von Brennmaterialien auf den Rost, und kann noch den Nachtheil mit sich führen, dass, falls nicht mit einer ausreichend grossen Rostfläche vorgesorgt ist, ein zu häufiges Nachschüren erfordert wird; ist aber in dem Falle, wo die höchste von dem

Brennmateriale zu gewinnende Temperatur im Herde benöthigt wird, ganz unmöglich.

Wir haben in unserm betrachteten Falle gesehen, wie auf dem Wege durch die 37 Fuss hohe Esse sich die Gase nur 800° abkühlen. Die hierbei verlorene Wärme ist an den Wänden der Esse und von diesen an die umgebende atmosphärische Luft abgesetzt worden. — Bei 100 Pfd. durch die Esse entweichender Gase beträgt dieser Wärmeverlust 100 . 800 . 0,29 = 23200 Wärmeeinheiten, daher werden bei 39 Pfund verbrannter Kohle von der oben angenommenen Zusammensetzung, wo sich 396 Pfd. Gas entwickeln, 91872 Wärmeeinheiten verloren, was einem Brennstoffaufwand von 15,8 Pfd. Kohle entspricht. Entweichen die Gase von der Essenmündung mit 800° Temperatur, so gehen auch da 91872 Wärmeeinheiten verloren. Diese zu benutzen würde wegen der Unzugänglichkeit zu den hohen Essenmündungen und aus dem Grunde nicht leicht ausführbar sein, weil der freie Abfluss der Gase, des Zuges wegen, nicht gehemmt werden darf. Doch liesse sich von jener durch die Essenwände entführten Wärme ein Theil zu Nutze machen, wenn sie einem zu erwärmenden Gegenstande mitgetheilt würde. — Da es oft in Anwendung kommt, mit den den Flammöfen entströmenden Gasen Dampfkessel zu heizen, so wäre es wohl eine zweckmässige Anordnung, den untern heissesten Theil des Kamins durch den Kessel selbst zu bilden, so zwar, dass das Siederohr eines stehenden Kessels, im Durchmesser des Kamins hergestellt, dieses selbst ausmachen würde. — Doch müsste für diesen Fall der Kessel in dem Punkte, wo auf das Siederohr die backsteinernen Wände stossen würden, nach aussen zu gebrochen, der Wasserstand in demselben aber stark über dem Niveau dieses Zusammenstosses erhalten werden, um den Gefahren einer Explosion vorzubeugen.

Hierdurch würde der zweifache Vortheil erreicht, dass mittelst zweckmässiger Erhöhung des Kamins die mittlere Temperatur desselben veringert, und der hierdurch entstandene Wärmeüberschuss der Dampfbildung zugewendet, ferner aber jener Theil Wärme, welcher durch Mittheilung an die unteren Essenwände verloren gegangen wäre, an den Dampfkessel übertragen werden würde. —

Recapituliren wir die aus diesen Betrachtungen hervorgegangenen Resultate, so sind dieselben kurz zusammengefasst folgende:

Bei jedem Flammofen richtet sich das Maass des Nutzeffects des verwendeten Brennmaterials nach der Art des Materials und des Processes, jedoch ist jedesmal eine vollkommene Verbrennung zu erstreben. Der Theil der Wärme, welcher in die Esse entweicht, ist stets ein bedeutender, erhebt sich jedoch bei hohen, im Apparate nöthigen Hitzgraden auf 70 bis 80 Proc. des gänzen verbrauchten Brennstoffes. Ein Theil dieses grossen Verlustes, nämlich jener durch Ausströmen der Gase aus der Essenmündung entstehende, ist leider in der Ausführung ein schwer einbringlicher, daher man stets darnach trachten soll, die Gase mit der möglichst niedrigen Temperatur entweichen zu lassen; dagegen kann der

andere Theil durch zweckmässige Essenerhöhung und dadurch mögliche Erniedrigung der mittlern Temperatur derselben nutzbringend bis zu einer gewissen Grenze eingebracht, und diese Grenze noch dadurch erweitert werden, dass man ein Stück der Esse selbst durch das zu erhitzende Mittel bildet.

Specielle Bemerkungen über Puddelöfen und Puddelofenbetrieb.

Auf der *Alvenslebenhütte* in Oberschlesien beträgt der Abgang von Rein- und Roheisen zu Rohschienen $10^3/_4$ Proc.

100 Pfd. Rohschienen erfordern daher an Rein- und Roheisen 1 Ctr. 2,04 Pfd.

1 Centner also 1 Ctr. 13,24 Pfd.

100 Pfd. Rein- und Roheisen gehen Rohschienen 89,25 Pfd.

1 Centner also 98,17 Pfd.

100 Pfd. Rohschienen erfordern an Steinkohlen 0,6 Tonne.

1 Ctr. also 0,66 Tonne (à $7^1/_9$ Kubikfuss = 4 Ctr.)

Zu 3 Ctr. Rohschienen bedarf man an Steinkohlen 2 Tonnen.

Bei 1 Tonne Steinkohlen werden demnach Rohschienen verfertigt 1 Ctr. 55 Pfd.

Beim Puddelofenbetriebe zu *Rybnik* in Oberschlesien erlangte man folgende Resultate:

Der Abgang von gefeintem Roheisen zu Rohschienen ist $^{63}/_{500}$ oder 12,6 Proc.

100 Pfd. Rohschienen erfordern Feineisen 1 Ctr. 4,42 Pfd., oder zu 1 Ctr. Rohschienen ist Feineisen erforderlich 1 Ctr. 15,86 Pfd.

100 Pfd. Feineisen geben Rohschienen 87,4 Pfd., oder 1 Ctr. Feineisen giebt Rohschienen 96,14 Pfd.

Zu 100 Pfd. Rohschienen sind Steinkohlen erforderlich $^4/_{11}$ Tonne = 2,59 Kubikfuss,

oder zu 1 Ctr. $^2/_5$ Tonne = $2^{38}/_{45}$ Kubikfuss.

Wöchentlich werden in einem Ofen an Rohschienen erzeugt 150 Ctr.

Zu Couillet in Belgien erlangte man folgende Betriebsresultate:

Dauer des Puddelns mit verschiedenem Material:

	Graues Roheisen.		Weisses Roheisen.		Feineisen.	
Einsetzen . . .	5 bis	5 Min.	5 bis	5 Min.	5 bis	5 Min.
Schmelzen . .	30 „	40 „	30 „	40 „	30 „	40 „
Kochen . . .	50 „	50 „	30 „	40 „	12 „	18 „
Umrühren des Eisens . .	15 „	20 „	15 „	20 „	Wie bei dem weissen Roheisen.	
Luppenmachen .	15 „	20 „	15 „	20 „		
Herausnehmen der Luppen .	10 „	10 „	10 „	10 „		
Zurichten des Ofens . . .	5 „	15 „	5 „	10 „		
	130 bis	160 Min.	110 bis	145 Min.	92 bis	123 Min.

Daher gebraucht man, um 230 Kilogr. graues Roheisen zu verpuddeln, $2^1/_4$ bis $2^3/_4$ Stunden; zu derselben Menge weisses Roheisen $1^3/_4$ bis $2^1/_4$ Stunden, und zu Feineisen $1^1/_2$ bis 2 Stunden.

Brennmaterialverbrauch zu Couillet: zu 1000 Kilogr. Rohschienen 1000 Kilogr. Steinkohlen, oder genauer, 1320 Kilogr. Steinkohlen zu 1100, 1300 und 1680 Kilogr. Rohschienen, je nachdem man graues oder weisses Roheisen oder Feineisen verarbeitet. In 14 Tagen sind 16560 Kilogr. Steinkohlen zur Production von 15248 Kilogr. Rohschienen aus Roheisen verbraucht; in anderen 14 Tagen hat man mit 10990 Kilogr. Steinkohlen 10982 Kilogr. Rohschienen aus Roheisen und 4821 Kilogr. Roheisen aus Feineisen fabricirt. Ein geschickter Arbeiter, der gute Kohlen und einen in gehöriger Ordnung befindlichen Ofen hat, erhält nur 7 Proc. Abgang beim Verpuddeln von weissem Roheisen. Die Puddelöfen haben Wände mit Lufteirculation; die Steinkohlen enthalten oft vielen Schwefelkies.

Zu *Grivegné* in Belgien verbraucht man zu 1 Kilogr. Rohschienen weniger als 1 Kilogr. Steinkohlen, erhält aber von Feineisen einen Abgang von 9 bis 10 Proc. Die Oefen sind massiv, ohne hohle Wände, die Kohlen sehr rein.

Zu *Low Moor* in der englischen Provinz Yorkshire, wo man das beste Eisen in England producirt, wird das Roheisen aus den besten Erzen und Steinkohlen, die mit Sorgfalt verkoakt werden, erblasen; das Roheisen wird gefeint, das Feineisen hat strahligen Bruch. 3 Ctr. davon kommen zu einer Charge; in 12 Stunden werden 7 bis 8 Chargen gemacht; die Luppen sind nur 40 bis 50 Pfd. schwer.

In den französischen Puddelhütten nimmt man im Allgemeinen an, dass man zum Verpuddeln von 1 Kilogr. Feineisen 1 Kilogr., und zum Verpuddeln von 1 Kilogr. weissem Roheisen 1,4 bis 1,5 Kilogr. Steinkohlen nöthig habe; ferner, dass ein Puddelofen wöchentlich 17 und 11 Tonnen Rohschienen liefere, je nachdem Feineisen oder Roheisen verpuddelt werde.

Zu *Lippitzbach* in Kärnthen erlangte man in Puddelöfen, die mit Gasen aus gedörrtem Holz erzeugt wurden, folgende Betriebsresultate *):

Eine Betriebswoche ist = 128 Stunden; es werden 64 Chargen gemacht, von denen jede 2 Stunden dauert.

Zu jeder Charge sind 476 Kilogr. Roheisen (meist weisses luckiges) erforderlich, und es erfolgen daraus 455 Kilogr. Rohschienen; die tägliche Production eines Ofens beträgt 5435 Kilogr. ($108^3/_4$ Zollcentner), und wöchentlich 29100 Kilogr. (582 Ctr.). — Zur Gaserzeugung sind in 128 Betriebsstunden oder einer Woche 29,42 Tonnen (à 20 Ctr. = 1000 Kilogr.) gedörrtes Holz mit nur geringem Wassergehalt, von der Tanne, Kiefer und Rothbuche

---

*) *Le Play:* Grundsätze, welche die Eisenhüttenwerke mit Holzbetrieb und die Waldbesitzer befolgen müssen, um den Kampf gegen die Hütten mit Steinkohlenbetrieb erfolgreich führen zu können etc. Freiberg 1854.

erforderlich. Das massive Kubikmeter dieses Materials wiegt 395 Kilogr. Die Gase werden mit erhitzter Gebläseluft verbrannt.

Zu jeder Tonne Rohschienen sind erforderlich:

Roheisen	0,986 Tonnen,
Brucheisen, welches beim Betriebe der Hütte selbst erfolgt	0,061 „
	1,047 Tonnen.

An Arbeit:

Beim Puddelofen	2,575 Schichten,
Beim Hammer- und Walzwerk	0,736 „
Bei der Schere	0,552 „
	3,863 Schichten.

An gedörrtem Holz war zu 1 Tonne Rohschienen 1,011 Tonnen erforderlich.

Zu *Liswenskoi Sawod* im Ural waren nach *Thoma* beim Puddeln im Gasofen zu 1 Ctr. abgefasster Luppenstücke erforderlich 6,7 Kubikfuss engl. Maass Fichtenholz (mit leeren Räumen gemessen) von schlechter Qualität, und 5,2 Kubikfuss von besserer Qualität; im erstern Falle wurden täglich $45^1/_2$ und im letztern 51 Ctr. Luppenstücke erzeugt; der Abgang betrug $3^3/_4$ Proc.

Zu *Ilsenburg* am Harz wurden die Gase aus gedörrtem Torf, lufttrockenen Tannenzapfen und lufttrockener Tannenrinde erzeugt; jede Charge besteht aus 300 bis 400 Pfd. halbirtem Roheisen, die nach $1^1/_2$ bis 2 Stunden fertig gezängt wurde; aus 100 Pfd. Roheisen erfolgten 85,2 Pfd. Puddeleisen.

Das Zängen.

Mit dem Stirnhammer.

Angabe von *Redtenbacher:*

Gewicht des Hammerkörpers	4000 Kilogr.
Gewicht des Ambossstockes	4000 „
Gewicht des Daumenringes	4000 „
Halbmesser des Schwungrades	2,7 Meter,
Anzahl der Schläge in 1 Minute	80 bis 90,
Erhebung des Hammers über der Ambossbahn	0,35 bis 0,40 Meter,
Betriebskraft	12 bis 15 Pferde,
Wöchentliche Leistung, das Zängen der Luppen von 10 bis 12 Puddelöfen . . .	70 bis 100 Tonnen.

Karsten (Eisenhüttenkunde V. 387) bemerkt, dass für einen 80 Ctr. schweren Stirnhammer, der in der Minute 70 bis 75 Mal gehoben wird, 18 bis 20 Pferdekräfte erforderlich seien.

Tunner (Jahrbuch von 1842) fand bei den steyerschen und kärnthener Walzwerken 15 bis 20 Pferdekräfte für einen 70 bis 80 Ctr. schweren gusseisernen Stirnhammer, oder für einen 20 Ctr.

schweren Aufwerfhammer, oder endlich für einen 12 Ctr. schweren Schwanzhammer, mit 80 bis 90 Schlägen in der Minute.

Gewöhnlicher Luppenquetscher.

Anzahl der Oscillationen in der Minute . . .	80—90,
Betriebskraft in Pferden	8—10,
Wöchentliche Leistung gleich der eines Stirnhammers, oder etwa	70—100 Tonnen.

Quetscher und Zängepresse mit directer Dampfwirkung, so wie sie von *Cavé* und *Guillemin* construirt worden (Valerius' Stabeisenfabr. 2. Ergänzungsheft, S. 75).

Die Normalgeschwindigkeit des Apparats beträgt 1 Zug oder Stoss in der Secunde.

Zum Zängen einer Luppe sind 45 bis 50 Secunden, und, da zwischen zwei auf einander folgenden Luppen 15 Secunden verfliessen, im Ganzen 65 Secunden erforderlich.

Bei 12 Puddelöfen, von denen jeder 7 Chargen zu 5 Luppen in einer Schicht verarbeitet, werden daher in einer Schicht 420 Luppen gezängt. Zwischen den 7 Chargen bleiben 7 Aufenthaltszeiten von 30 bis 40 Minuten. Es kann daher eine solche Maschine recht gut 16 Puddelöfen bedienen.

Die Triebkraft entwickelt ein 8 Meter langer Kessel mit Siederöhren, der von zwei Puddelöfen gefeuert wird, allein ein positiver Ausdruck ist dafür nicht bekannt.

Die rotirende Zängemaschine oder Luppenmühle des Engländers *Bourdon* gebraucht zum Zängen einer Luppe nur 8 Secunden.

Die *Zängemaschine* des Engländers *Brown*, aus drei excentrischen Walzen bestehend, hat nachstehende Vortheile: 1) Es wird mit der Maschine gegen das Zängen mit dem Hammer bedeutend an Zeit erspart, denn wenn letzterer zu einer Luppe 60 bis 80 Secunden gebraucht, so sind dazu von der Maschine nur 12 Secunden erforderlich, da bei jedem Umgange eine Luppe gezängt wird, die daher in einer weit höhern Temperatur zu den Luppenwalzen gelangt und weit bessere Rohschienen liefert. — 2) Die Maschine bedarf keiner so geschickten Arbeiter wie der Hammer oder eine Quetsche, ja sie schafft sogar die Luppen durch eine selbstwirkende Vorrichtung von den Puddelöfen herbei. Da nun die Maschine in derselben Zeit 5 Luppen zängt, während der Hammer nur eine vollendet, so kann sie auch eine grössere Anzahl von Puddelöfen und zwar regelmässiger bedienen als letzterer. Man erspart daher an Arbeitslöhnen und 3) auch an Unterhaltungskosten, die bei den leicht zu Bruche gehenden Hämmern weit bedeutender sind, als bei der Maschine. Endlich erspart man auch 4) an Kraft, weil die Maschine nur während eines Theiles der Zeit das Maximum der Kraft verbraucht, welches der Hammer fortwährend beansprucht. —

In Wales werden die Luppen für schlechte Eisensorten sogleich zwischen einem Walzwerk gezängt, allein es ist diese Methode verwerflich.

Das Puddel- oder Luppenwalzwerk.

Ein solcher Train besteht gewöhnlich aus zwei Walzgerüsten. Das erste, das *Streckwalzwerk,* hat concav-quadratische oder spitzbogenförmige Kaliber und dient zum Ausstrecken der Luppen; das zweite, das *Schlichtwalzwerk,* hat flach viereckige Kaliber und dient dazu, den flachen Rohschienen die Form zu ertheilen.

Allgemeine Angaben:

Durchmesser der Streck- und Schlichtwalzen	0,48 bis 0,50 Meter.
Länge der Walzen	1,60 „ 1,70 „
Durchmesser der Zapfen an den Walzen .	0,26 „ 0,27 „
Gewicht eines Walzenpaares	4500 Kilogr.
Anzahl der Umdrehungen in der Minute .	25 bis 40.

Betriebskraft für einen Luppenstrang 20 Pferde, und wenn damit ein Hammer und eine Quetsche verbunden ist, 40 Pferde.

Wöchentliche Leistung eines Walzwerks 200 Tonnen.

Von Wichtigkeit ist das Abnahme-Verhältniss der Kaliber; es ist gewöhnlich das von 10 zu 14, zuweilen auch das von 11 zu 15 oder von 10 zu 16. Bei der Annahme des letztern lässt man das Eisen zweimal durch dasselbe Kaliber gehen, indem man es bei dem zweiten Durchwalzen um $^1/_4$ seiner Peripherie dreht, was einen geringern Durchschnitt als den des Kalibers giebt, welches breiter als hoch ist.

Das Puddelwalzwerk zu *Couillet* in Belgien besteht aus drei Gerüsten, von denen eines die Streck-, und zwei die Schlichtwalzenpaare enthalten, und liegt jenes in der Mitte von den beiden anderen; es hat theils quadratische, theils flache Kaliber, während die letzteren Walzen nur flache haben. Die Walzen haben 16 engl. Zoll im Durchmesser, und machen 40 Umgänge in der Minute. Die Körperlänge der Streckwalzen beträgt 6 und die der Schlichtwalzen 5 Fuss. — Die Streckkaliber nehmen von 4 bis $1^1/_2$ Zoll Seitenlänge ab; ihre horizontalen Diagonalen sind durch die respectiven Zahlen 6, 5, $4^1/_4$, $3^1/_2$, $3^1/_4$, $2^3/_4$, $2^5/_8$ und $2^1/_4$ engl. Zoll ausgedrückt. — Flache Kaliber giebt es zwei Reihen, von denen jede aus dreien besteht, und wovon die eine $3^1/_4$ und die andere $2^1/_2$ Zoll breites Eisen giebt.

1. Reihe,	Breite:	3, $3^1/_8$, $3^1/_4$ Zoll.	Höhe	$2^1/_4$, 2, $1^3/_4$ Zoll.
2. „	„	2, $2^1/_4$, $2^1/_2$ „	„	$2^7/_8$, $2^2/_8$, $1^7/_8$ „

Für Rohschienen von $3^1/_4$ Zoll Breite nimmt man die Stäbe aus den Streckwalzen, und geht damit zur ersten Reihe der Schlichtwalzenkaliber über, und die Schienen von $2^1/_2$ Zoll Breite werden aus gestreckten Stäben vom 5. Streckkaliber angefertigt.

Das eine Schlichtwalzengerüst giebt mittelst 4 Kalibern Schienen von 6 Zoll, und mittelst 3 Kalibern solche von $3^1/_2$ Zoll. Die Kaliber beider Reihen haben folgende Dimensionen:

1. Reihe,	Breite:	$5^5/_8$, $5^6/_8$, $5^7/_8$ u. 6 Zoll;	Höhe	80, 58, 45 u. 39 Millim.
2. „	„	$3^2/_8$, $3^3/_8$, $3^1/_2$ „	„	49, 40, 39 „

Das zweite Schlichtwalzenpaar giebt Schienen von 5 und 4 Zoll Breite. Die Kaliber haben folgende Dimensionen:

1. Reihe, Breite: $4^5/_8$, $4^6/_8$, $4^7/_8$ u. 5 Zoll; Höhe 76, 72, 64, 57 Millim.
2. „ „ $3^5/_8$, $3^6/_8$, $3^7/_8$ u. 4 „ „ 60, 53, 51, 49 „

Die Stärke der fertigen Rohschienen beträgt 1 Zoll, kann aber auch durch Stellung der Walzen stärker und schwächer sein.

Karsten giebt im 5. Bde. seiner Eisenhüttenkunde folgende Dimensionen an: *Streckwalzen*, 40 rhein. Zoll lang und 18 Zoll stark; Gewicht der obern Walze 2700 bis 2800 preuss. Pfd., der untern 2800 Pfd. Die 7 quadratischen Kaliber entsprechen Kreisen von $7^1/_4$, 6, 5, $4^1/_4$, $3^3/_4$, $3^1/_4$, $2^7/_8$ Zoll Durchmesser. Die drei ersten Kaliber werden zum Zängen benutzt, wenn der Hammer etwa schadhaft geworden wäre.

Die *Schlichtwalzen* sind im Körper 26 Zoll lang; der grösste Durchmesser der obern Walze beträgt 16 Zoll und der der untern 20 Zoll; das Gewicht von jener 1950 Pfd., das von dieser 2120 Pfd. Die Dimensionen in preuss. Zollen sind folgende:

Breite: 2,812 — 2,875 — 2,873 — 3,000 — 3,062 — 3,125.
Höhe: 1,917 — 1,583 — 1,333 — 1,125 — 0,917 — 0,750.

Die producirten Rohschienen sind $^3/_4$ Zoll stark.

Flachat theilt im 4. Bde. von Hartmann's praktischer Eisenhüttenkunde folgende, in französischen Hütten übliche Kaliberdimensionen in Millimetern mit:

Streckwalzen:

Breite:	190	160	130	130	110	95	80	70	58.
Höhe:	160	130	82	110	95	80	70	65	58.

Schlichtwalzen:

Breite:	52	54	76	78	81	125	122	118.
Höhe:	32	20	46	30	20	20	30	46.

Grosse Schere zum Zerschneiden der Rohschienen.

Gewöhnliche Schere:

Anzahl der Schnitte in 1 Minute 20 bis 30.
Betriebskraft . . . . 2,5 bis 3 Pferde.
Wöchentliche Leistung . . . . 100 Tonnen.

Eine von *Caré* construirte Schere, mit unmittelbarer Wirkung des Dampfes, indem die Kolbenstange mit dem langen Schenkel der Schneide verbunden ist, wirkt mit einer Kraft von 18760 Kilogr. auf das zu zerschneidende Eisen ein.

Die nähere Einrichtung der neuen Puddelhütte zu Seraing ist aus dem nachfolgenden Kostenanschlage, den wir dem zweiten Ergänzungsheft von *Valerius'* Stabeisenfabrikation entnehmen, zu ersehen.

Veranschlagung der in der neuen Luppenwalzhütte zu Seraing vorhandenen Oefen, Maschinen und sonstigen Apparate.

1) *Puddelöfen.*

Es giebt deren in der Walzhütte 18, die zu zweien an einander gruppirt sind. Die folgenden einzelnen Theile beziehen sich auf zwei an einander liegende Oefen:

	Material.	Gewicht in Kilogr.
2 Bekleidungsplatten für die Vorderseiten, in denen die Schürlöcher angebracht sind	Gusseisen	1732
2 Platten, welche die Thürrahmen bedecken	desgl.	386
2 Thürrahmen	desgl.	516
2 Platten rechts von dem Thürrahmen .	desgl.	1332
2 Thüren	desgl.	136
2 Schürlöcher	desgl.	62
4 Bekleidungsplatten für die Rückwände .	desgl.	4022
4 Platten, welche die Canalwände zwischen dem Ofen und dem Kessel bekleiden .	desgl.	480
2 Platten zur Bekleidung der Oefen auf der Seite des Aschenkastens	desgl.	1614
10 Sohlplatten	desgl.	1156
4 Blöcke, im Innern zu beiden Seiten der Thüren angebracht	desgl.	670
2 hohle Platten zu Feuerbrücken . . .	desgl.	302
2 Platten zur Bekleidung der Oefen auf der Seite des Fuchses	desgl.	80
4 gebogene Platten, die den Thüren gegenüber angebracht sind	desgl.	454
2 Stäbe, welche die Sohlplatten mit einander verbinden	Schmiedeeisen	50
10 grosse Bolzen, welche die Platten mit einander verbinden	desgl.	120
10 Querbalken von $^3/_4$ Zoll Durchmesser, welche zur Bekleidung der Canalwände zwischen den Oefen und dem Kessel dienen	desgl.	36
Verschiedene Bolzen: 12 für die Thürrahmen, 12 für die Vorderplatten, 16 um die Aschenfallplatten mit denen der Oefen zu verbinden, 36, welche die Träger des Mauerwerks, und 10, welche die Platten an der Hinterseite unter einander verbinden	desgl.	150
8 Träger für die Feuerbrücke	Gusseisen	644
2 Trägerbalken für die Aschenfallmauern	desgl.	180
4 Trägerbalken für die Roste	desgl.	228
8 Trägerbalken für die Sohlplatten . . .	desgl.	760

	Material.	Gewicht in Kilogr.
Verschiedene Schienenstücke, welche auf diesen letzteren liegen	Schmiedeeisen	258
2 Platten vor den Arbeitsthüren	desgl.	44
4 Bolzen zur Verbindung dieser Platten mit den Rahmen	desgl.	8
22 Träger, welche an den Platten befestigt sind	Gusseisen	1078
4 Balken mit Verstärkungsrippen, welche die Oefen tragen	desgl.	1520
2 Platten vor dem Aschenfall unter der Sohle	desgl.	685
1 aus zwei Theilen bestehender Rahmen vor dem Aschenfall und in gleicher Höhe mit dem Boden	desgl.	437
2 Hebel mit Ketten zur Bewegung der Thüren	Schmiedeeisen	60
2 Supports für diese Hebel	desgl.	840
650 feuerfeste Ziegelsteine zu den Gewölben		3900
16 abgerundete Ziegelsteine zu beiden Seiten des Thürrahmens		88
12 Ziegelsteine, nämlich 6 zur Bedeckung der beiden senkrechten Essen, 2 für den obern Theil der Schürlöcher und 4 für die Oeffnungen der Canäle, welche die Flamme unter den Kessel führen . . .		438
4518 Ziegelsteine zu den Wänden, zu den Gewölbwiderlagern, zu der Mauer des Aschenfalles, zu der Feuerbrücke und zu den Canälen, welche unter die Esse führen		6524
300 Eimer voll feuerfesten Mörtel à 35 Cent.		

2) *Der Kessel und seine Nebentheile.*

Es sind in der genannten Walzhütte 9 Dampfkessel vorhanden, und einer derselben hat folgende Theile und Nebenbestandtheile:

	Material.	Gewicht in Kilogr.
Ein cylindrischer Kessel mit kugelförmigen Enden, 33 engl. Fuss lang, 4 Fuss Durchmesser und 1 Centimeter im Blech dick	Eisenblech	4720
Ein Dampfbehälter auf den Kessel genietet	Schmiedeeisen	249
	Gusseisen	49
Eine gekrümmte Röhre mit Ventilsitz zur Aufnahme der Dämpfe	desgl.	104,5
	Schmiedeeisen	4
	Messing	2
Ein unzugängliches Sicherheitsventil . .	Gusseisen	160,5
	Schmiedeeisen	26,8
	Messing	8,33

	Material.	Gewicht in Kilogr.
Ein zugängliches Sicherheitsventil . . .	Gusseisen	106,5
	Schmiedeeisen	26,2
	Messing	3,8
Ein Wasserstandszeiger	Gusseisen	116
	Schmiedeeisen	46
	Messing	12

3) *Kesselcanal.*

6 Kesselträger	Gusseisen	720
25 Träger für den Canalboden	desgl.	1575
Blechstücken auf diesen Trägern, auf denen der Ziegelsteinboden aufliegt	Schmiedeeisen	690
2 Register mit Rasen, von denen jeder aus 2 Theilen besteht	Gusseisen	260
Bolzen zur Verbindung dieser Rahmstücke	Schmiedeeisen	48
2 Rahmen zu den Schlackenlöchern. . .	Gusseisen	243
2 Platten, welche den Boden der Löcher bilden	desgl.	74
8 Bolzen, welche die Platten mit den Rahmen verbinden	Schmiedeeisen	6
8 Verankerungsrahmen, von denen jeder aus 2 senkrechten Stäben besteht, die als Schlüssel dienen, und aus 2 horizontalen Stäben mit Zapfenlöchern, von denen der eine unter den Canalboden und der andere über den Kessel geht	desgl.	736
Ein Verankerungsrahmen, bestehend aus 2 Längsstäben, die parallel mit dem Kessel laufen, aus 2 der Quere nach gehenden Stäben und aus 4 Schlüsseln, welche in die Zapfenlöcher der Längsstäbe treten	Schmiedeeisen	268

4) *Zwei Speisepumpen mit directer Dampfbewegung.*

5) *Leitungsröhren.*

a) *Röhren zum Auffangen und Vertheilen des Dampfes.* — Die Triebmaschine des Walzwerkes arbeitet mit 4 Atmosphären oder 60 engl. Pfunden Druck auf einen Quadratzoll. Sobald dieser Druck überstiegen ist, hebt der Dampf ein Ventil und strömt in die Speiseröhre von vier Maschinen, welche mit einem Druck von 12—15 Pfd. arbeiten, und sobald dieser letztere Druck auch überstiegen ist, hebt der Dampf ein neues Ventil und strömt in die Atmosphäre.

	Material.	Gewicht in Kilogr.
Röhren, welche den Dampf der Maschine zuführen, und Supports derselben . .	Gusseisen	2300
Eine Röhre mit Ausdehnung, 36 Fuss lang, zum Auffangen des Dampfes	Blech	550
Eine Ausströmungsröhre, die vielmehr zur Entwickelung der Luft dient	desgl.	360
Bolzen für die gusseisernen Röhren . .	Schmiedeeisen	240
b) *Wasserleitungsröhren*	Gusseisen	240
c) *Röhren, welche Wasser in die Tröge der Puddler führen*	Kupfer	250
d) *Dampfentleerungsröhren der Maschine* . . . . 3 Röhren	Gusseisen	564
2 „	Blech	314
6) *Zwei gemeinschaftliche Essen* . .	Blech	13200
2 Fundamentplatten für die Essen . . .	Gusseisen	4072
32 Fundamentbolzen	Schmiedeeisen	960
32 kleine Platten zur Befestigung dieser Bolzen	Gusseisen	1280
29120 feuerfeste Ziegelsteine von geringer Beschaffenheit zum Ausfuttern der Essen		70000
7) *Fundament von Holz, 28 Kubikmeter.*		
8) *Horizontale Maschine von 45 Pferdekräften*	Gusseisen	6095,5
	Schmiedeeisen	2571
	Messing	59
9) *Bewegungsübertragung*	Gusseisen	22021
	Schmiedeeisen	1794
	Messing	192,2
10) *Luppenmühle.*		
Eine Sohlplatte für die stehende Welle .	Gusseisen	899
Ein Sohlkranz für die Volute	desgl.	2606
Eine Volute	desgl.	2353
4 Säulen	desgl.	1932
Eine quadratische Säule, bestehend aus 4 Blättern	Stahl	1000
5 Fundamentbolzen, $1^7/_8$ Zoll engl. im Quadrat	Schmiedeeisen	215
Ein Kreuz in der Mitte mit Verstärkung und zur Aufnahme eines Hülsenfutters .	Gusseisen	938
Eine Triebwelle von 10 Zoll Durchmesser	Schmiedeeisen	1091
Ein Winkelrad von $5^3/_4$ Fuss Durchmesser und mit 62 Zähnen, auf der Triebwelle	Gusseisen	1500
Ein Winkelgetriebe von 2 Fuss $10^7/_8$ Zoll Durchmesser, 27 Zähne von 9 Zoll Länge. Dieses Getriebe ist auf der Kurbelwelle befestigt	desgl.	360
4 Bolzen, welche die Sohlplatte der Triebwelle befestigen	Schmiedeeisen	122

	Material.	Gewicht in Kilogr.
4 Druckschrauben, welche die Pfanne der stehenden Welle halten	Schmiedeeisen	4
Eine Pfanne für den untern Zapfen der Triebwelle	Gusseisen	36
Ein Hülsenfutter für den obern Zapfen der Welle	Messing	14
5 Bolzen, welche die Volute mit der Sohlplatte verbinden	Schmiedeeisen	265
5 kleine Platten zu diesen Bolzen . . .	Gusseisen	230
Ein Comprimeur-Deckel	desgl.	2546
Eine Trommel	desgl.	3352
2 Schliesskeile für Comprimeur und Trommel	Stahl	6
Eine Hülse, welche an den 4 Platten der Luppenmühle angebracht ist, und aus Blei und Antimon besteht		18
2 Verbindungskränze für die 4 Platten .	Schmiedeeisen	51
Ein Querbalken, welcher die Enden der Volute verbindet und den Schlackenkratzer trägt	desgl.	150
8 Bolzen, welche diesen Querbalken mit der Volute verbinden	desgl.	24
4 durch Bolzen verbundene Platten, in deren Mitte eine Hülse befindlich ist, in der sich die Triebwelle dreht	Gusseisen	758

11) *Puddelwalzgerüste.*

Fundament von Holz $15^1/_2$ Kubikmeter.

Die Getriebe und 2 Walzgerüste . . { Gusseisen. Schmiedeeisen. Messing.

12) *Ein Krahn.*

Veranschlagung der Kosten.

18 Puddelöfen à 4000 Fr.		72000,00 Fr.
Kessel und Nebentheile:		
1 Kessel à 60 Fr. die 100 Kilogr.	2832 Fr.	
Gusseiserne Garnituren à 40 Fr. die 100 Kilogr.	214,80 „	
Schmiedeeiserne desgl. à 100 Fr.	352,00 „	
Messingene „ à 350 „	91,75 „	
	3490,55 Fr.	
Für sämmtliche 9 Kessel		31414,95 „
Montirung 9150		1350,00 „
		104764,95 Fr.

	Uebertrag	104764,95 Fr.
Canäle:		
Gusseisen à 20 Fr. die 100 Kilogr.	5169,60 Fr.	
Schmiedeeisen à 40 Fr. die 100 „	6328,80 „	
		11498,40 „
Essen:		
Blech und Bolzen à 60 Fr. die 100 Kilogr.	5496,00 Fr.	
Gusseisen à 20 Fr. die 100 Kilogr.	1070,40 „	
Montirung	300,00 „	
Ziegelsteine und Mörtel	2800,00 „	
Arbeitslöhne für die Maurer . .	300,00 „	
		11966,40 „
Fundament von Holz à 110 Fr. 1 Kubikmeter .		3080,00 „
Horizontale Maschine:		
Gusseisen à 30 Fr. die 100 Kilogr.	1830,00 Fr.	
Schmiedeeisen à 40 Francs die 100 Kilogr.	1300,00 „	
Messing à 350 Fr. die 100 Kilogr.	206,50 „	
Montirung	700,00 „	
		4036,50 „
Bewegungsübertragung:		
Gusseisen à 20 Fr. die 100 Kilogr.	4404,20 Fr.	
Schmiedeeisen à 50 Fr. die 100 Klgr.	897,00 „	
Messing à 350 Fr. die 100 Kilogr.	682,70 „	
Montirung	300,00 „	
		6273,90 „
Die Luppenmühle:		
Gusseisen à 20 Fr. die 100 Kilogr.	3286,00 Fr.	
Schmiedeeisen à 40 Fr. die 100 Klgr.	768,80 „	
Messing à 350 Fr. die 100 Kilogr.	49,00 „	
Stahl à 100 „ „ „ „	1006,00 „	
Antimonhaltiges Blei à 250 Fr. die 100 Kilogr.	39,50 „	
Montirung	350,00 „	
		5499,30 „
Luppenwalzwerk:		
Gusseisen à 20 Fr. die 100 Kilogr.	5880,80 Fr.	
Schmiedeeisen à 40 Fr. die 100 Klgr.	376,20 „	
Messing à 350 Fr. die 100 Kilogr.	1102,50 „	
Fundament von Holz à	1705,00 „	
Montirung	380,00 „	
		9444,50 „
		156563,95 Fr.

Uebertrag	156563,95 Fr.
Krahn mit seinem Gerüst	5700,00 „
Fundamente des Walzwerkes. Erbaute man dasselbe auf gewöhnlichem Boden, so würde ein Fundamentgemäuer von 250 Kubikmeter hinreichen; sehr häufig muss man aber die Hüttensohle so erhöhen, dass die Canäle gegen Ueberschwemmung gesichert sind. Zu Seraing waren 560 Kubikmeter Grundgemäuer erforderlich à 10 Fr., daher	5600,00 „
Das Walzwerksgebäude kostet	10000,00 „
Gusseiserne Sohlplatten	14160,00 „
Pflaster von Ziegelsteinen	2500,00 „
Generalsumme	194,523,95 Fr.

Schweissofenbetrieb.

In *Belgien* gebraucht man zum Anfeuern eines Schweissofens 1000 Kilogr. Steinkohlen; der Einsatz besteht aus 500 Kilogr. Rohschienen. Ein gewöhnlicher Schweissprocess dauert etwa 100 bis 130 Minuten, so dass man in einer zwölfstündigen Schicht 7 bis 8 Chargen machen kann. Die mittlere Dauer von einer Charge ist folgende:

Einsetzen	10	bis	10	Minuten.
Schweissen	60	„	80	„
Auswalzen grosser Stücke	15	„	18	„
„ dünner Stäbe .	30	„	40	„

Annähernde Dauer daher: 85 bis 100 und 108 bis 130 Minuten.

Materialverbrauch und Abgang: Zu Couillet verbraucht man zu 4500 Kilogr. ausgewalztem Eisen 3300 Kilogr. Steinkohlen, d. h. zu 1 Kilogr. Eisen 0,74 Kilogr. Steinkohlen; der Abgang beträgt 9 bis 10 Proc. Zu Grivegné beträgt der Verbrauch zu 1 Kilogr. Eisen $^5/_8$ bis $^3/_4$ Kilogr. Steinkohlen; der Eisenabgang 12 bis 17 Proc. — Gute Arbeiter haben zuweilen nur 5 Proc. Abgang. Der Materialverbrauch und der Abgang sind die besten Controlmittel für die Oefen, die Arbeiter etc.

In einem *Gasschweissofen* zu Lippitzbach in Kärnthen können unter den günstigsten Umständen täglich ausgeschweisst werden:

Grobeisen . .	10,000	Kilogr.
Mittlere Sorten	7,500	„
Feineisen . .	5,000	„

Im Durchschnitt kann man täglich auf 4700 Kilogr. ausgeschweisstes Eisen rechnen.

Der Brennmaterialverbrauch beträgt in 24 Stunden 5328 Kilogr., d. h. auf 1 Kilogr. Eisen 1,13 Kilogr. gedörrtes Holz; im Durchschnitt beim Jahresverbrauch auf 1 Kilogr. Eisen 1,3 Holz.

Zum Ausschweissen von 1 Tonne verschiedener Eisensorten sind erforderlich:

Rohschienen		1,187 Tonnen.
Arbeiter:		
Beim Schweissofen	1,065 Schichten	
„ Walzwerk .	2,343 „	. . . . 4,687 Schichten.
Nebenarbeiten . .	1,279 „	
Holz		1,300 Tonnen.

Redtenbacher macht in seinen oft genannten „Maschinen-Resultaten“ folgende Mittheilungen über die zur Eisenfabrikation angewendeten Maschinen und Apparate:

Grobeisen-Walzwerk.

Dieses besteht gewöhnlich aus 3 Gerüsten:

Erstes Gerüst: Streckwalzen mit concav-quadratischen Kalibern.
Zweites Gerüst: Schlichtwalzen mit quadratischen, runden oder flach-viereckigen Kalibern.
Drittes Gerüst: Polirwalzen mit glatten Oberflächen.

Länge der Streck- und Schlichtwalzen .	1,45—1,55 Meter.
Durchmesser der Walzen	0,36—0,40 „
Durchmesser der Zapfen an den Walzen .	0,24—0,27 „
Gewicht eines Walzenpaares	1500—2000 Klgr.
Anzahl der Umdrehungen per 1 Minute .	70—80
Betriebskraft für den Train:	
a) wenn immer entweder nur mit den Streckwalzen oder mit den Schlichtwalzen gearbeitet wird	20 Pferde.
b) wenn gleichzeitig mit allen Walzen gearbeitet wird	36 „
Wöchentliche Production {im Falle a .	60 Tonnen.
{im Falle b .	80 „

Feineisen-Walzwerk.

Dieses besteht gewöhnlich aus folgenden Gerüsten:

a) ein Gerüst mit 3 Walzen und mit quadratischen Kalibern;
b) ein Gerüst mit 3 Walzen mit flach-viereckigen Kalibern;
c) ein schmales Gerüst mit 2 Walzen mit runden Kalibern;
d) ein schmales Gerüst mit 2 Walzen mit quadratischen Kalibern.

Durchmesser der Walzen von a. b. c. d.	0,20—0,24 Meter.
Länge der Walzen von a. und b. . . .	0,65—0,70 „
Länge der Walzen von c. und d. . . .	0,16—0,20 „
Anzahl der Umdrehungen in sämmtlichen Walzen pr. 1 Minute	200—250.
Betriebskraft für den ganzen Train . .	15—20 Pferde.
Wöchentliche Production	18 Tonnen.

Schneidwerk.

Als Präparirwalzen dienen glatte Walzen von 0,35—0,40 Meter Durchmesser, die per 1 Minute 42—45 Umdrehungen machen.

Die wesentlichsten Daten für die Anordnung eines Schneidwerkes sind:

Breite der Bänder. Millimeter.	Durchmesser der Schneidscheiben. Meter.	Anzahl der Scheiben. Obere Walze.	Anzahl der Scheiben. Untere Walze.	Umdrehungen per 1 Minute.
4,5— 9	0,27	6	7	50
11—14	0,30	5	6	47
14—16	0,33	4	5	43
20—23	0,36	3	4	39

Betriebskraft eines Schneidwerkes 4—5 Pferde.
Wöchentliche Production . . . 65 Tonnen.

Blechwalzwerk.

Die Länge der Walzen richtet sich nach der Breite der Bleche. Die folgende Tabelle giebt angemessene Dimensionen für Walzen von verschiedener Länge.

Breite der Bleche Meter.	Länge der Walzen. Meter.	Durchmesser der Walzen. Meter.	Durchmesser der Zapfen. Meter.
0,40	0,50	0,24	0,18
0,88	1,00	0,37	0,24
1,30	1,50	0,50	0,30
1,80	2,00	0,60	0,35

Die Geschwindigkeit der Walzen richtet sich vorzugsweise nach der Dicke der Bleche.

Anzahl der Umdrehungen für dünne Bleche 40 pr. 1 Minute.
„ „ „ „ mittlere „ 25—30 „ 1 „
„ „ „ „ starke „ 20—22 „ 1 „

100 Kilogr. Schmiedeeisen geben 65 — 75 Kilogr. dickes Blech.
100 „ „ „ 50 — 55 „ dünnes „

Die Betriebskraft richtet sich nach dem Querschnitt der Bleche.

Für Bleche von 1,8 Meter Breite und 0,01 Meter Dicke 60 Pferdekr.
„ „ „ 1 „ „ „ 0,005 „ „ 40 „
„ „ „ 0,5 „ „ „ 0,003 „ „ 20 „

Die wöchentliche Production beträgt für jede Pferdekraft unfähr $^1/_4$ Tonne.

Eisenbahnschienen - Walzwerk.

Durchmesser der Walzen . . . . 0,45 bis 0,50 Meter.
Länge der Walzen . . . . 1,20 „ 1,40 „
Anzahl der Umdrehungen per 1 Minute . 55 „ 60
Betriebskraft . . . . 40 „ 45 Pferde.
Wöchentliche Production . . . . , . . 42 „ 54 Tonnen.

Die totale Betriebskraft einer englischen Stabeisenhütte ist der wöchentlichen Eisenproduction proportional, und beträgt für jede Tonne der wöchentlichen Production 0,6 Pferdekraft. Dabei ist die Betriebskraft für das Gebläse nicht mitgerechnet.

Allgemeine Regeln über den Bau der Maschinen zur Eisenfabrikation.

Bei dem Bau dieser Maschinen, so wie überhaupt bei dem Bau aller Maschinen, die heftige Stösse auszuhalten haben, müssen folgende Regeln beobachtet werden.

1) Müssen diese Maschinen im Allgemeinen stärker gebaut werden, als solche, die nur Widerstände zu überwinden haben. Macht man die Zapfen und Wellen um die Hälfte stärker, als bei gewöhnlichen Triebwerken, und bestimmt alle übrigen Dimensionen nach den Verhältnisszahlen, welche im Allgemeinen für die Construction der Maschinenbestandtheile gebräuchlich sind, so erhält man praktisch brauchbare Abmessungen.

2) Es müssen vorzugsweise diejenigen Theile sehr stark gemacht werden, welche kostspielig sind, und deren Wiederersetzung mit Zeitverlust und bedeutenderen Unkosten verbunden ist.

3) Um sich zu überzeugen, dass die so eben bezeichneten Bestandtheile nicht brechen, muss man andere Bestandtheile, die weniger kostspielig sind und die leicht ersetzt werden können, nur so stark machen, dass sie zwar den Normalwiderstand hinreichend überwältigen können, dass sie aber zuerst brechen, wenn überhaupt Umstände eintreten, bei welchen ein Bruch unvermeidlich ist. Deshalb sind bei den Walzwerken die Kuppelungshülsen die schwächsten Theile.

4) Die gerippten Formen, vermittelst welcher Maschinen, die nur Widerstände zu überwinden haben, mit dem geringsten Materialaufwand hinreichende Festigkeit erhalten, sind bei Maschinen, die Stösse auszuhalten haben, nicht zweckmässig. Die Widerstandsfähigkeit der Körper gegen Stösse richtet sich vorzugsweise nach dem Volum und nicht nach der Form der Körper. Gedrungene Formen sind daher für diese Maschinen am geeignetsten.

5) Das Material soll vorzugsweise dahin concentrirt werden, wo die stossweise Bewegungsmittheilung zunächst erfolgt.

6) Die Fundamente zur Aufstellung dieser Maschinen sollen aus Holz hergestellt werden, und die Verbindung aller Theile soll in der Art geschehen, dass eine kleine Nachgiebigkeit des hölzernen Fundamentes ohne Brechen eines Maschinentheiles stattfinden kann.

Schwungräder für Walzwerke. Die Schwungräder der Walzwerke müssen so schwer gemacht werden, dass die Betriebsmaschine 30″ bis 60″ wirken muss, bis die normale Geschwindigkeit der Maschine eintritt.

Nennt man

N den Nutzeffect in Pferdekräften der Betriebsmaschinen;

P das Gewicht des Schwungringes;

C die normale Umfangsgeschwindigkeit des Schwungrades;

T = 30″ bis 60″ die Zeit, während welcher die Maschine, ohne zu arbeiten und unter der Einwirkung des Motors laufen muss, bis im Schwungrad die Geschwindigkeit C eintritt, so ist

$$P = \frac{2\,g \times 75 \times N \times T}{C^2}.$$

Den Halbmesser des Schwungrades darf man in der Regel 12 Mal so gross machen, als den Durchmesser der Schwungradswelle.

Aufwerfhämmer.

Diese Hämmer werden vorzugsweise zum Zängen und Ausstrecken der Luppen angewendet. Gewicht, Hubhöhe, Anzahl der Schläge richten sich nach der Grösse der Luppen. Die folgende Tabelle giebt die Hauptdaten für solche Luppenhämmer.

Gewicht der Luppe. Kilogr.	Gewicht des Hammers ohne Stiel. Kilogr.	Hubhöhe des Hammers über der Bahn. Met.	Anzahl der Schläge per 1 Minute.
25	250	0,40	160
30	300	0,43	140
40	400	0,46	120
50	500	0,50	100

Zum Zängen und Ausstrecken einer Luppe sind 35 Minuten erforderlich. Bei ununterbrochener Arbeit könnten demnach in 12 Stunden 18 Luppen gezängt und ausgestreckt werden.

Schwanzhämmer.

Diese Hämmer werden vorzugsweise gebraucht, um die Kolben starker Stäbe, welche vermittelst der Aufwerfhämmer aus den Luppen erhalten wurden, weiter auszustrecken, um flaches, quadratisches, rundes und gezaintes Eisen von schwächeren Querschnittsdimensionen zu erhalten. Gewicht, Hubhöhe, Anzahl der Schläge richten sich nach der Stärke des darzustellenden Eisens.

Die folgende Tabelle giebt die Hauptdaten für grosse, mittlere und kleine Schwanzhämmer.

Starkes Eisen.

a) Flacheisen .	Breite	0,04	—0,06	—0,15		Meter.
	Dicke	0,008	—0,01	—0,02		„
b) Bandeisen .	Breite	0,054	—0,06	—0,07	—0,08	Meter.
	Dicke	0,010	—0,015	—0,015	—0,03	„
c) Stabeisen . .	Breite	0,030	—0,035	—0,035	—0,04	„
	Dicke	0,010	—0,014	—0,014	—0,016	„
d) Quadratisches Eisen . . .	Dicke	0,02	—0,025	—0,06		Meter.

Zur Darstellung dieser Eisensorten werden Hämmer gebraucht von 250 Kilogr. Gewicht (ohne Helm), 0,50—0,60 Meter Hubhöhe

über der Bahn, und die per 1 Minute 100—160 Schläge machen. — Bei ununterbrochener Arbeit werden in 12 Stunden 6000 Kilogr. Eisen producirt.

Mittelstarkes Stabeisen.

a) Flacheisen .	Breite 0,03 — 0,04	Meter.
	Dicke 0,007 — 0,009	„
b) Stabeisen .	Breite 0,025 — 0,03	„
	Dicke 0,008 — 0,012	„
c) Quadratisches Eisen . . .	Dicke 0,015 — 0,02	„

Diese Eisensorten werden mit Hämmern gemacht, die ohne Helm 100 Kilogr. wiegen, 0,35 bis 0,45 Meter hoch über die Bahn gehoben werden, und per 1 Minute 140 bis 200 Schläge machen.

Schwaches Eisen.

a) Bandeisen . . .	Breite 0,015 — 0,035	Meter.
	Dicke 0,004 — 0,007	„
b) Quadratisches und gezaintes Eisen .	Dicke 0,005 — 0,008	„
c) Rundeisen . . .	Dicke 0,007 — 0,03	„

Hierzu haben die Hämmer 50 Kilogr. Gewicht, 0,25—0,3 Met. Hubhöhe, und machen per 1 Minute 240—300 Schläge.

Mit diesen kleinen Hämmern werden in 12 Arbeitsstunden 1200 bis 1500 Kilogr. Eisen geschmiedet.

Grosse Aufwerfhämmer.

Diese Hämmer werden vorzugsweise in England angewendet, um grosse Maschinenbestandtheile, als Wellen, Kurbeln, Kurbelaxen für Locomotiven u. s. w. aus Schmiedeeisen anzufertigen. Dies geschieht durch Zusammenschweissen von dünnen Stäben oder Platten und durch Ausstrecken unter dem Hammer. Das Gewicht dieser Hämmer richtet sich theils nach dem Gewicht der zu bearbeitenden Gegenstände, theils nach dem Querschnitt derselben. Um Locomotivaxen oder Wellen bis zu 16 Centimeter Durchmesser zu schmieden, werden Hämmer angewendet, die, den Helm mitgerechnet, 2000—4000 Kilogr. wiegen, 0,45 Meter Hubhöhe haben, und die in der Minute 80—100 Schläge machen. Zur Anfertigung der grossen Wellen und Kurbeln für grosse Schiffsmaschinen haben die Hämmer oft ein Gewicht von 10,000 Kilogr., und machen in der Minute 60 bis 80 Schläge.

Grosse Stirnhämmer.

Diese haben mit Einschluss des Helms ein Gewicht von 2000 bis 4000 Kilogr., eine Hubhöhe von 0,45 — 0,50 Meter, und machen

90 bis 100 Schläge per 1 Minute. Sie werden vorzugweise zum Zängen der Puddelöfenluppen gebraucht. Mit 20—30 Schlägen ist eine Luppe fertig geschmiedet. Ein Hammer ist hinreichend für 10—12 Puddelöfen.

Nasmyth's Dampfhämmer.

Diese Hämmer werden gegenwärtig vorzugsweise in den grösseren Constructionsateliers zu den grösseren Schweissarbeiten angewendet. Ihr Gewicht beträgt 1000 bis 4000 Kilogr., und die Hubhöhe 0,6 bis 1 Meter. Sie machen im Minimum (wenn der ganze Hub gebraucht wird) 60—80 Schläge per 1 Minute.

Wenn nur $^1/_3$ oder $^1/_4$ des ganzen Hubes gebraucht wird, so kann die Anzahl der Schläge 120—160 per 1 Minute betragen.

Nutzeffect beim Betrieb der Hämmer.

Man kann annehmen: 1) dass die Erhebungszeit, die Fallzeit und die Ruhezeit gleich gross sind; 2) dass der Nutzeffect 2 Mal so gross ist als jener, welcher der Erhebung des Gewichts entspricht. Unter dieser Voraussetzung hat man zur Berechnung irgend eines Hammers folgende Gleichungen:

$$n\,r = \frac{3}{2\,\pi}\,h\,m$$

$$i\,n = m$$

$$E = \frac{P\,h\,m}{30}\ \text{Kilogr.}$$

Die Bedeutung der Grösse ist:

P das Gewicht des Hammers und des Helmes;
h die Hubhöhe über dem Amboss;
r der Halbmesser des Daumenring-Theilkreises;
n die Anzahl der Umdrehungen der Daumenwelle per 1 Minute;
m Anzahl der Schläge des Hammers per 1 Minute;
i Anzahl der Daumen;
E der Nutzeffect in Kilogr., welcher zum Betrieb des Hammers erforderlich ist.

Schwungräder für Hämmer.

Der Erfahrung zufolge soll die lebendige Kraft des Schwungrades eines Hammers 5—10 Mal so gross sein als der Effect der Betriebsmaschine.

Nennt man:

G das Gewicht des Schwungringes;
V die normale Umfangsgeschwindigkeit des Ringes;
E den Nutzeffect in Kilogr., welcher per 1 Zoll zum Betrieb des Hammers erforderlich ist;

so hat man:

1) Für grosse Stirn-, Aufwerf- und Schwanzhämmer $G V^2 = 100$ E.
2) Für Aufwerfhämmer zur Luppenarbeit . . . $G V^2 = 98$ E.
3) Für Schwanzhämmer von 250 Kilogr. Gewicht $G V^2 = 90$ E.
4) Für kleine Schwanzhämmer . . . . $G V^2 = 70$ E.

Stabeisen-Walzerei auf der Alvenslebenhütte.

Der Abgang von Rohschienen zu den currenten Stabeisen-Artikeln beträgt 15 Proc. 100 Pfd. Stabeisen erfordern daher an Rohschienen 1 Ctr. 7,64 Pfd., 1 Ctr. also 1 Ctr. 19,41 Pfd. 100 Pfd. Rohschienen geben 85 Pfd., 1 Ctr. also 93,5 Pfd. Stabeisen.

Der Abgang von Roh- und Deckschienen zu Eisenbahnschienen beträgt 12 Proc. 100 Pfd. Eisenbahnschienen erfordern daher an Roh- und Deckschienen 1 Ctr. 3,63 Pfd., 1 Ctr. also 1 Ctr. 15 Pfd. 100 Pfd. Roh- und Deckschienen geben 88 Pfd., 1 Ctr. also 96,8 Pfd. Eisenbahnschienen.

100 Pfd. Stabeisen und Eisenbahnschienen auszuwalzen erfordern 0,3, ein Centner also 0,33 Kubikfuss Steinkohlen. Zu 3 Ctr. Stabeisen und Eisenbahnschienen sind 1 Tonne = $7^1/_9$ Kubikfuss Steinkohlen nöthig; bei 1 Tonne Steinkohlen werden 3 Ctr. Stabeisen und Eisenbahnschienen gewalzt.

In Bezug auf die Darstellung der Eisenbahnschienen ist zu bemerken, dass die Pakete hierzu erfahrungsmässig aus $^1/_2$ in Rohschienen und $^1/_2$ in Stabeisen als Deckplatten bestehen müssen.

Feineisen-Walzerei daselbst.

Der Abgang von Kolben- oder Stabeisen zu Feineisen beträgt 9 Proc. 100 Pfd. Feineisen (Band- und Reckeisen) erfordern $109^{81}/_{91}$ Pfd., 1 Ctr. also 1 Ctr. $10^{80}/_{91}$ Pfd. an Stab- oder Kolbeneisen. 100 Pfd Kolben- oder Stabeisen liefern 91 Pfd., 1 Ctr. also $100^1/_{10}$ Pfd. Feineisen.

100 Pfd. Feineisen aus Kolben- oder Stabeisen auszuwalzen erfordern 0,3 Tonne, 1 Ctr. also 0,33 Tonne Steinkohlen. Zu 3 Ctr. Feineisen sind 1 Tonne = $7^1/_9$ Kubikfuss Steinkohlen nöthig. Bei 1 Tonne Steinkohlen werden 3 Ctr. Feineisen gewalzt.

Stabeisen-Walzerei zu Rybnik in Oberschlesien.

Der Abgang von Kolbeneisen zu verkäuflichem Stab-, so wie Blecheisen ist $^9/_{100}$ oder 9 Proc.

100 Pfd. Stab- und Blecheisen erfordern an Kolbeneisen $109^{81}/_{91}$ Pfd. oder zu 1 Ctr. Stab- und Blecheisen ist an Kolbeneisen erforderlich 1 Ctr. $10^{80}/_{90}$ Pfd.

100 Pfd. Kolbeneisen geben Stabeisen 91 Pfd. oder 1 Ctr. Kolbeneisen giebt Stabeisen $100^1/_{10}$ Pfd.

Zu 100 Pfd. Stab- und Blecheisen sind Steinkohlen erforderlich $^{35}/_{108}$ Tonne = 1,26 Kubikfuss, oder zu 1 Ctr. dergleichen Eisen $^7/_{36}$ Tonne = 1,38 Kubikfuss.

Zu 36 Ctr. Stab- und Blecheisen sind Steinkohlen erforderlich 7 Tonnen = $49^7/_9$ Kubikfuss.

oder bei 1 Tonne Steinkohlen werden Stabeisen gewalzt 5 Ctr. $15^5/_7$ Pfd.

Das Stabeisen-Walzwerk liefert wöchentlich nicht feine Sorten 300 Ctr.

Der Abgang von Rohschienen zu verkäuflichem Stabeisen ist $^{15}/_{100}$ oder 15 Proc.

100 Pfd. Stabeisen erfordern Rohschienen 1 Ctr. 7,64 Pfd.

oder zu 1 Ctr. Stabeisen sind Rohschienen erforderlich 1 Ctr. 19,41 Pfd.

100 Pfd. Rohschienen geben Stabeisen 85 Pfd.

oder 1 Ctr. Rohschienen giebt Stabeisen 93,5 Pfd.

Band-, Schneide- und Façon-Eisenwalzerei daselbst.

Der Abgang von Anlauf- und schwachem Kolbeneisen zu Band-, Schneide- und Façoneisen ist 9 Proc.

100 Ctr. Kolben geben Band- etc. Eisen 91 Ctr.

Zu 100 Pfd. Band- etc. Eisen aus Kolbeneisen sind an Steinkohlen erforderlich $^{35}/_{198}$ Tonne = 1,26 Kubikfuss.

oder zu 1 Ctr. Band- etc. Eisen aus Kolben $^7/_{36}$ Tonne = 1,38 Kubikfuss.

Zu 36 Ctr. Band- etc. Eisen sind an Steinkohlen erforderlich 7 Tonnen = $49^7/_9$ Kubikfuss.

Bei 1 Tonne Steinkohlen werden demnach an Band- etc. Eisen erzeugt 5 Ctr. $15^5/_7$ Pfd.

Der Abgang vom Stabeisen zum Band- etc. Eisen ist 4 Proc.

Zu 100 Pfd. Band- etc. Eisen ist an Stabeisen erforderlich $104^1/_6$ Pfd.

Zu 1 Ctr. Band- etc. Eisen ist Stabeisen erforderlich 1 Ctr. $4^7/_{12}$ Pfd.

100 Pfd. Stabeisen geben an Band- etc. Eisen 96 Pfd.

1 Ctr. Stabeisen giebt dergleichen Eisen $105^3/_5$ Pfd.

100 Pfd. Band- etc. Eisen aus Stabeisen erfordern an Steinkohlen $^{10}/_{11}$ Kubikfuss.

oder zu 1 Ctr. Band- etc. Eisen aus Stabeisen sind an Steinkohlen erforderlich $^9/_{64}$ Tonne = 1 Kubikfuss.

oder bei 1 Tonne Steinkohlen werden erzeugt 7 Ctr. $12^2/_9$ Pfd.

Das Band- etc. Eisenwalzwerk liefert wöchentlich 280 Ctr.

Blechwalzerei daselbst.

Aus 100 Ctr. Blecheisen werden geliefert:

$76^3/_4$ Ctr. Bleche,
21 „ Abfälle, und
$2^1/_4$ „ Feuerabgang.

Zu 1 Ctr. fertigen Blechen sind Steinkohlen erforderlich $^2/_5$ Tonne = $2^{38}/_{45}$ Kubikfuss.

Zu 100 Pfd. fertigen Blechen sind Steinkohlen erforderlich $^{4}/_{11}$ Tonne = 2,59 Kubikfuss.

Zu 1 Ctr. Sturzblech ist Stabeisen erforderlich 1 Ctr. 33,32 Pfd.

Abschnitte fallen bei 1 Ctr. fertiger Sturzbleche 30,1 Pfd.

Ein Sturzblech-Walzwerk liefert wöchentlich 75 Ctr.

Kesselblech-Walzwerk daselbst.

Aus 100 Ctr. Roheisen werden geliefert

$81^{1}/_{2}$ Ctr. Bleche,
$13^{1}/_{4}$ „ Abfälle, und
$5^{1}/_{4}$ „ Feuerabgang

Zu 1 Ctr. fertigen Blechen sind Steinkohlen erforderlich $^{11}/_{20}$ Tonne = 3,91 Kubikfuss.

Zu 100 Pfd. also $^{1}/_{2}$ Tonne = 3,55 Kubikfuss.

Zu 1 Ctr. Kesselblechen sind Stabeisen erforderlich 1 Ctr. 24,97 Pfd.

Abschnitte fallen bei 1 Ctr. fertiger Kesselbleche 17,88 Pfd.

Ein Kesselblech-Walzwerk liefert wöchentlich 100 Ctr.

Löhne bei der Stabeisenfabrikation.

Wir theilen die Lehrsätze mit, die auf den königl. Werken in Oberschlesien seit Jahren üblich sind.

Zu Malapane, Creutzburger Hütte und Rybnik den Frischern und Hammer- auch Zainschmieden:

	Thlr.	Sgr.	Pf.
Für Modelleisen à Ctr.	— Thlr.	20 Sgr.	— Pf.
„ Pflugscharen	— „	15 „	— „
„ Axbleche	— „	12 „	6 „
„ Schlosser- und ordinäres Stabeisen	— „	10 „	— „
Bei dem *Reckhammer* für Zain-, Band-, Reck- und Rundeisen	— „	7 „	6 „
Für feinere Sorten	— „	15 „	— „
„ Blechplatten das Stück über $^{1}/_{2}$ Ctr. schwer	— „	15 „	— „
Für Blechplatten das Stück über $1^{1}/_{2}$ Ctr. schwer	— „	20 „	— „

Zu Alvenslebenhütte und Rybnik:

	Thlr.	Sgr.	Pf.
Den Puddlern für Rohschienen à Ctr.	— Thlr.	5 Sgr.	— Pf.
Beim Stabeisen-Walzwerk, Walzerlohn	— „	3 „	— „
„ Bandeisen-Walzwerk aus Kolben	— „	5 „	— „
„ „ „ Stabeisen	— „	4 „	— „
„ Sturzblech-Walzwerk, Modellblech	— „	11 „	2 „
Sturzblech Nr. 1	— „	11 „	2 „
„ „ 2—4	— „	13 „	— „
Ausschussblech	— „	5 „	6 „
Abschnittsblech	— „	2 „	2 „

Beim Kesselblech-Walzwerk, Kesselblech	—	Thlr.	11	Sgr.	2	Pf.
Abschnittsblech	—	„	2	„	2	„

Productions- oder Selbstkosten-Berechnungen.

Wir theilen hier mehrere solche Berechnungen von englischen und belgischen Hütten mit.

Englische Stabeisensorten, namentlich in den Provinzen Stafford und York.

Ordinäres Stabeisen.

Ctr.		Pfd.St.	Sch.	Pence.
28	Roheisen à Tonne 40 Schillinge	2	16	—
	Die Arbeit des Raffinirens	—	1	2
	Das Zubringen der Koaks und des Roheisens zum Feuer	—	—	$10^3/_4$
	Transport und Abwägen des Roheisens für die Puddelöfen	—	—	$7^1/_2$
	Die Puddelarbeit für theils raffinirtes, theils Roheisen	—	9	$1^1/_2$
	Das Zängen und Auswalzen der Rohschienen	—	2	6
	Das Fortschaffen, Zerschneiden und Abwägen der Rohschienen, so wie die Anfertigung der Pakete	—	1	6
	Die Schweissarbeiten	—	2	1
	Das Auswalzen der ausgeschweissten Pakete	—	3	8
	Die Nacharbeiten und der Transport bis zum Canalboot	—	1	—
	Für Zuführen der Steinkohlen und Wegführen der Asche	—	—	4
	Für Walzenabdrehen und Schmiedearbeit .	—	1	$1^1/_2$
	Maurerarbeiten	—	1	$1^1/_2$
	Dem Werkmeister und Maschinisten . .	—	—	6
	Beamten-Besoldung	—	—	6
	Besondere Pferdetagewerke und sonstige Schichtenarbeiten	—	1	—
	Guss- und Schmiedeeisen-Verbrauch . .	—	1	—
	Oel, Talg und Leder etc.	—	1	—
80	Steinkohlen à Tonne $4^1/_2$ Schilling . . .	—	18	—
	Fracht bis Glasgow	—	3	—
	Productionskosten für 1 Tonne ordinäres Stabeisen	5	6	$1^3/_4$
	Oder für 1 preuss. Ctr. = 1 Thlr. 24 Sgr. 4 Pf.; oder für 100 Wiener Pfd. = 2 Fl. 52 Kr. C.-M.			

Bessere Stabeisensorten.

Ctr.		Pfd.St.	Sch.	Pence.
$22^1/_2$	Ordinäres, einmal geschweisstes Stabeisen	5	19	5
	Das Zerschneiden und Paketiren	—	—	$10^1/_2$
	Schweissarbeit	—	2	1
	Auswalzen, Nacharbeiten etc.	—	3	8
20	Steinkohlen	—	4	6
	Productionskosten für 1 Tonne gutes Stabeisen	6	10	$6^1/_2$
	Oder für 1 preuss. Ctr. = 2 Thlr. 7 Sgr. oder für 100 Wiener Pfd. = 3 Fl. 32 Kr. C.-M.			

Schmiedeeisen zur Nagelfabrikation.

Ctr.		Pfd.St.	Sch.	Pence.
$22^1/_2$	Plattinen von ordinärem, einmal geschweisstem Stabeisen	5	19	$9^3/_4$
	Die Schneidearbeit	—	1	—
	Das Schärfen der Schneiden	—	1	—
	Das Ordnen und Binden der Ruthen . .	—	1	$2^1/_2$
	Productionskosten für 1 Tonne Schneideeisen	6	3	$—^1/_4$
	Oder für 1 preuss. Ctr. = 2 Thlr. 3 Sgr.; oder für 100 Wiener Pfd. = 3 Fl. 30 Kr.			

Dampfkesselblech oder Platten.

Ctr.		Pfd.St.	Sch.	Pence.
	Plattenbränder (Slab moulds)	3	10	$11^1/_4$
	Das Schweissen derselben	—	3	$11^1/_4$
	Das Zusammenschlagen derselben unter dem Hammer	—	5	—
30	Steinkohlen à Tonne $4^1/_2$ Schill.	—	6	9
3	Abbrand	—	13	6
	Das Abwägen, der Transport zum Walzwerk, das abermalige Schweissen, Auswalzen und Beschneiden	—	12	8
30	Steinkohlen à Tonne $4^1/_2$ Schill.	—	6	9
	Das Abwägen und der Transport des fertigen Blechs	—	—	$5^1/_2$
7	Abbrand	2	2	7
	Maurerarbeiten und Materialien	—	2	$1^1/_2$
	Schmiedereparaturen	—	—	8
	Latus	8	5	$4^1/_2$

Ctr.		Pfd.St.	Sch.	Pence.
	Transport	8	5	$4^1/_2$
	Den Beamten und dem Werkmeister . .	—	—	8
	Oel, Talg, Leder, Baumwolle etc. . . .	—	—	6
	Zufuhr der Kohlen und Fortschaffen der Asche	—	—	4
	Transport zum Werkscanal	—	—	2
	Fracht bis Glasgow	—	3	—
	Productionskosten für 1 Tonne Kesselblech	8	10	$—^1/_2$
	Oder für 1 preuss. Ctr. = 2 Thlr. 27 Sgr. 3 Pf.; oder für 100 Wiener Pfd. = 4 Fl. 36 Kr.			

Zu *Couillet* in Belgien waren in den Betriebsjahren 1840—42 die Productionskosten auf verschiedene Stabeisensorten folgende (s. folgende Seite). Die hier gemachten Angaben sind dem Valerius'schen Werke über Stabeisenfabrikation entnommen und beruhen auf sicheren Angaben des Directors der dortigen Hütte. Die Verhältnisse haben sich seit jener Zeit nicht in dem Maasse verändert, als dass die schon über 10 Jahre alten Angaben an Werth verloren haben könnten.

Bemerkungen. Maximum auf 1000 Kilogr. und *Minimum* auf 1000 Kilogr. bedeuten die Durchschnitte auf 1000 Kilogr. von den 14 Tagen, während denen die Ausgaben die stärksten und die schwächsten waren.

Das in der Tabelle aufgeführte Arbeitslohn begreift weder das Lohn der Maurer für Reparatur der Oefen, noch das der Schmiede, des Schneidemeisters und seines Zuschlägers, der Justirer, des Werkmeisters und seiner Gehülfen, der Zimmerleute und Tischler für die Reparatur der Walzwerke und Werkzeuge, Löhne, welche besonders auf die Rohschinen berechnet werden. Ebenso wenig gehören die Besoldungen der Magazin- und Comptoir-Beamten hieher; allein das Arbeitslohn für fertige Schienen begreift 30 Cent. auf 1000 Kilogr. Schienen zum Wiederaufhauen der Feilen, so wie im Allgemeinen alle Ausgaben auf Werkzeugsreparaturen, die vollständige Justirung, die Abnahme, das Einladen auf Wagen oder Kähne etc.

Zu den *diversen Materialien* gehören: die Schmiere zu den Walzwerken, das Oel zur Erleuchtung, der feuerfeste Sand zu der Schweissofensohle, die Seile zum Umbinden der hölzernen Stäbe, welche die Muffen auseinanderhalten, die Meissel und Feilen zum Justiren und Vollenden der Rails, die Laufriemen der Railssägen etc.

In der Tabelle ist von den sogenannten *besonderen Materialien* zur Fabrikation nicht die Rede, zu denen Roheisen, Feineisen, Eisen, Kalkstein, Steinkohlen und Koaks gehören, und welche von den der Hütte gehörigen Gruben und Hütten kommen. Ebenso wenig kommen die Wechselstücke von Guss- und Schmiedeeisen in Rechnung.

Tabelle über die Arbeitslöhne und den Verbrauch diverser Materialien zu 1000 Kil. in der Walzhütte zu Couillet in dem Betriebsjahr 1840—41 und in den ersten 9 Monaten des Betriebsjahres 1841—42 fabricirten Eisens.

Bezeichnung der Eisensorten.	Betriebsjahr.	Anzahl der 14 Tage.	Fabricirte Mengen.	Arbeitslöhne. Summen.		Durchnitt auf 1000 Kilogr.		Maximum auf 1000 Kilogr.		Minimum auf 1000 Kilogr.		Diverse Materialien. Summen.		Durchschnitt auf 1000 Kilogr.		Maximum auf 1000 Kilogr.		Minimum auf 1000 Kilogr.	
			Kilogr.	Fr.	C.	Fr.	C.	Fr.	C.	Fr.	C.	Fr.	C.	Fr.	C	Fr.	C.	Fr.	C.
Rohschienen	1840—1841	26	7,071,367			17	49	65	80	13	52			1	21	2	70	0	58
	1841—1842	17	5,607,863	84,692	03	15	09	138	06	13	51	9,196	89	1	64	14	79	0	95
Grobeisen (einmal geschweisst)	1840—1841	26				7	92	16	00	5	35			0	45	1	11	0	26
	1841—1842	19	3,975,236	24,102	52	6	06	7	87	5	50	1,669	60	0	42	0	73	0	29
Feineisen	1840—1841	26	1,038,982	16,798	79	16	16	27	42	10	11	5,253	78	5	05	12	20	1	75
	1841—1842	19	577,603	6,435	50	11	14	15	58	5	13	2,185	11	3	78	8	31	0	47
Rohe Eisenschienen	1840—1841	26	4,236,912	29,238	35	6	90	8	25	5	86			0	84	4	50	0	25
	1841—1842	19	3,116,099	19,949	64	6	40	7	89	5	50			0	61	0	94	0	27
Fertige Eisenbahnschienen. belgische	1841	8	832,833	9,095	85	10	92	16	01	5	62			0	12	0	45	0	02
rheinische	1840—1841	11	1,148,759	9,330	97	8	12	14	79	4	45			0	33	1	16	0	07
badensche	1841—1842	11	1,314,206	8,385	65	6	38	13	31	4	43			0	03	0	48	0	02
hamburger	1842	1	121,548	808	29	6	65												
			3,417,346	27,629	76	8	08												
Schneideeisen	1840—1841	21	550,241	9,983	91	18	15	21	84	11	62	1,578	78	2	87	15	88	0	69
	1841—1842	17	143,612	1,949	98	13	58	15	13	10	80	535	34	3	73	8	21	0	73
Bleche	1840—1841	25	257,359	7,615	56	29	59	95	62	15	82	1,246	56	4	84	38	00	2	49
	1841—1842	18	253,821	6,169	84	24	31	32	00	20	00	1,232	66	4	85	11	00	1	94

Die in der Tabelle mitgetheilten Zahlen lassen sich noch berichtigen. Man kann z. B. die Berechnung von den Arbeitslöhnen auf 1000 Kilogr. Rohschienen auf die folgende Weise aufstellen: $7\frac{1}{2}$ Fr. für die Puddelarbeiter, $1\frac{1}{2}$ Fr. für die Hammerschmiede, $1\frac{3}{4}$ Fr. für die Walzarbeiter, $\frac{1}{2}$ Fr. für die Roheisenwäger, $\frac{1}{4}$ Fr. für das Wägen der Rohschienen, $\frac{1}{4}$ Fr. für Herbeischaffung der Kohlen, $\frac{1}{4}$ Fr. für die Fortschaffung der Asche; in Summa 12 Fr. Dazu kommt noch die Besoldung für 2 Aufseher, so wie das Lohn für einen Tagelöhner, welcher das Roheisen zerschlägt, und für zwei andere, welche die Umgebungen des Puddelofens rein fegen, das Getränk für die Puddler herbeischaffen etc.

Die Arbeitskosten, so wie die Kosten für diverse Materialien auf 1000 Kilogr. fabricirtes Eisen vertheilt, sind von den einen vierzehn Tagen zu den anderen nach der Production verschieden, und erhöhen den Productionspreis im umgekehrten Verhältniss von jener. Gewöhnlich sind die so vertheilten diversen Materialien bedeutend, wenn man wenig fabricirt, indem man alsdann die meisten Reparaturen macht.

Bei der Berechnung der Productionskosten für Rohschienen und für rohe Eisenbahnschienen muss man die für 1000 Kilogr. bezahlten Löhne in Rechnung bringen, die constant sind, ferner die Tagelöhne, das Lohn und die Besoldung der Maschinisten und Aufseher, welche die Kosten auf 1000 Kilogr. im umgekehrten Verhältniss der Production erhöhen. — Die geringeren Arbeitslöhne und der geringere Verbrauch an diversen Materialien in den ersten 9 Monaten des Betriebsjahres 1841 und 1842 können nur einer stärkern Production als in dem vorhergehenden Betriebsjahre zugeschrieben werden. Was aber die Stabeisenfabrikation anbetrifft, so rührt der grössere Vortheil, den sie in dem letzten Betriebsjahre zeigte, davon her, dass während desselben mit demselben Walzwerk eine grosse Menge von Rails (Schienen) fabricirt worden sind, welche die diversen Kosten mit dem Stabeisen pro rata der Production getheilt haben.

Weil aber die Productionskosten-Berechnung von Wichtigkeit ist, so theilen wir hier noch einige Beispiele davon mit.

Erster Anschlag für Eisen und Rails, den Preis des Roheisens zu 9 Fr. 20 C. genommen. Rails nach dem Modell von Deridder, zu Couillet fabricirt.

Da die Länge der Schienen 4,707 Meter und ihr Gewicht auf das laufende Meter 34,72 Kilogr. betrug, so musste die ganze Schiene 163 Kilogr. wiegen. Die anzuwendende Eisenmenge berechnet sich, indem man bemerkt, dass der Abgang 10 Proc. beträgt, und dass man auf schadhafte Rails 5 Proc. rechnen müsse. Auf diese Weise findet man, dass zur Anfertigung eines 163 Kilogr. schweren Rails im Durchschnitt 203,75 Kilogr. Eisen, oder zu 100 Kilogr. Rails 125 Kilogr. Eisen erforderlich sind.

Zu den Deridder'schen Rails gebraucht man ebensoviel einmal geschweisstes oder Eisen Nr. II. als Rohschienen, indem man zwei dünne Schienen für die Platten und eine Schiene nebst zwei

Schwänzen für den Wulst nimmt. Man gebraucht daher 63 Rohschienen und 62 Eisen Nr. II.

Rohschienen. — 110 Kilogr. Roheisen (à 9 Fr. 20 C.), 10 Fr. 12 C.; 125 Kilogr. Steinkohlen (à 1 Fr. 10 C.), 1 Fr. 38 C.; Diversa (auf 351, 162 Kilogr. in 14 Tagen), 0 Fr. 12 C.; Arbeitslohn 1 Fr. 46 C.; Reparaturkosten 1 Fr. 50 C. Summa der Productionskosten auf 100 Kilogr. Rohschienen 14 Fr. 58 C.

Eisen Nr. II. — 68 Kilogr. Rohschienen (à 14 Fr. 58 C.), 9 Fr. 91 C.; 29 Kilogr. Schienenenden (à 17 Fr.), 4 Fr. 93 C.; 15 Kilogr. Brucheisen (à 15 Fr.), 2 Fr. 25 C.; 63 Kilogr. Steinkohlen (à 1 Fr. 10 C.), 0,69 Fr.; Diversa 0,09 Fr.; Arbeitslohn 0,53 Fr. Summa der Fabrikationskosten von 100 Kilogr. Eisen Nr. II. 18 Fr. 40 C.

Rohe Rails. — 63 Kilogr. Rohschienen (à 14,58 Fr.), 9,18 Fr.; 62 Kilogr. Eisen Nr. II. (à 18,40 Fr.), 11,41 Fr.; 55 Kilogr. Steinkohlen (à 1,10 Fr.), 0,61 Fr.; Diversa 0,04 Fr.; Arbeitslöhne 0,56 Fr. Production $112\frac{1}{2}$ Kilogr. Eisen à 21,80 Fr.; abzuziehen $12\frac{1}{2}$ Kilogr. für Enden (à 17 Fr.), 2,12 Fr. Bleiben die Kosten auf 100 Kilogr. rohe Rails 19,68 Fr.

Vollendete Rails. — 102 Kilogr. rohe Rails (à 19,68 Fr.), 19,97 Fr.; Kohle 0,05 Fr.; Diversa 0,10 Fr.; Justirung und Einladen in den Kahn 0,40 Fr.; Ausladen 0,03 Fr.; Aufsicht 0,03 Fr.; Production zu 20,58 Fr., wovon man 1,90 Kilogr. Brucheisen, à 15 Fr., oder 0,28 Fr. abziehen muss. Die Kosten auf 100 Kilogr. vollendeter Rails betragen demnach 20,30 Fr.

Anschlag, gemacht zu Couillet am 2. Novbr. 1841 zu den Schienen der badenschen Bahn und zu denen nach dem Deridder'schen Modell. — *Verbrauch:* 30 Kilogr. Eisen Nr. II. (à 18,21 Fr.), 5,46 Fr.; 105 Kilogr. Rohschienen (à 14,52 Fr.), 15,25 Fr.; 63 Kilogr. Steinkohlen (à 0,95 Fr.), 0,60 Fr.; Diversa (auf 100 Kilogr.) 0,05 Fr.; Arbeitslohn 0,65 Fr. Summa der Productionskosten auf 120 Kilogr. Product 22,01 Fr. — Das *Product* besteht in 15 Kilogr. abzuschneidenden Enden, 10 Kilogr. Ausschuss-Schienen und 95 Kilogr. Schienen, die den Justirern übergeben werden können. Da die 25 Kilogr. Enden (à 17 Fr. die 100 Kilogr.) 4,25 Fr. kosten, so kommen die 95 Kilogr. rohe Schienen auf 17,76 Fr. oder 100 Kilogr. auf 18,69 Fr. zu stehen. — *Fertige Rails:* 100 Kilogr. rohe Rails (à 18,69 Fr.), 18,69 Fr.; Diversa 0,01 Fr.; Arbeitslöhne 0,46 Fr.; Kohle 0,07 Fr. Summa der Productionskosten von 100 Kilogr. fertigen Rails auf das Boot geliefert 19,23 Fr.

Anschlag zur Fabrikation von Schneideeisen, welches zu Couillet am 6. Novbr. 1840 aus Roheisen zu $9\frac{1}{2}$ Fr. die 100 Kilogr. angefertigt worden ist.

24stündige Arbeit mit 3 Oefen in einer Hitze für die Nr. über dem fin grîle. — Production in 24 Stunden 20,000 Kilogr.

Verbrauch und Ausgaben. — 23,504 Kilogr. Rohschienen (à 13,92 Kilogr.) 3271 Fr. 75 C.; 15000 Kil. Steinkohlen (à 1,12 Fr.) 168 Fr.; Reparaturkosten auf das obige Productionsquantum

Arbeitslöhne und diverse Ausgaben auf 1000 Kilogr. fertiges Eisen und Verkaufspreis desselben für 1842.

Bezeichnung und Dimensionen des Eisens.		Ausgaben auf 1000 Kil. — Arbeitslöhne. — Im Speciellen. — In zwei Hitzen.	In einer Hitze.	Verschiedene Arbeiten.	Verschiedene Gegenstände.	Summa der Ausgabe. — In einer Hitze.	In zwei Hitzen.	Verkaufspreis für 100 Kilogr. — 1ste Gattung.	2te Gattung.	3te Gattung.	Masseneisen.
		Fr.	Fr.	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.	Fr.	Fr.
Flacheisen Gewöhnliche Dimensionen.	31 Mm. u. m. geg. 7 Mm. u. m.	7	9	2,88	3,78	13,66	15,66	28,50	26,50	23	38
	21—30Mm. „ „ 7 „ „ „	7	9	2,88	3,78	13,66	15,66	31,00	29,00	25	40
	11—20 „ „ „ 7 „ „ „	9	11	2,88	3,78	15,66	17,66	33,00	31,00	27	42
Flacheisen. Aussergewöhnl. Dimensionen.	150 Mm. geg. 75 Mm.; 6M. lang.							34,00			
	200 „ „ 75 „ 4 „ „							35,00			
	250 „ „ 75 „ 4 „ „							36,00			
Rund- u. Quadrat-eisen. Gewöhnliche Dimensionen.	43 und darüber.	7	9	2,88	3,78	13,66	15,66	31,00	29,00	26	50
	21 bis 42.	7	9	2,88	3,78	13,66	15,66	28,50	26,50	23	58
	15 „ 20.	10	12	2,88	3,78	16,66	18,66	33,00	31,00	28	42
	10 „ 14.	12	14	2,88	3,78	18,66	20,66	38,00	36,00	32	45
	5 „ 9.	15	17	2,88	3,78	21,66	23,66	40,00	37,00	34	47
	15 u. mehr, rundes Nageleisen.							40,00			
	7 bis 14.							45,00			
Quadrateisen. Aussergew. Dim.	10 Cent. im Quadr., 3 M. lang.							38,00			
	$12^1/_2$ „ „ „ $2^1/_2$ „ „							40,00			
Rundeisen. Aussergew. Dim.	87 Mm. stark, 4 Meter lang.							38,00			
	10 Cent. „ 3 „ „							40,00			
Bandeisen (Feuillards).	31 Mm. u. mehr geg. 4—6 Mm.	8	10	2,88	3,78	14,66	16,66	32,00	30,00		
	31 „ „ „ „ 1—3 „	11	13	2,88	3,78	17,66	19,66	34,00	32,00		
	21—30 Mm. „ „ 4—6 „	11	13	2,88	3,78	17,66	19,66	36,00	34,00		
	21—30 „ „ „ 1—3 „	12	15	2,88	3,78	18,66	21,66	38,00	36,00		
	15—20 „ „ „ 4—6 „	12	15	2,88	3,78	18,66	21,66	39,00	37,00		
	15—20 „ „ „ 1—3 „	14	16	2,88	3,78	20,66	22,66	41,00	39,00		
Bandeisen (Bandelettes).	31 u. mehr gegen 4—6 Mm.	8	10	2,88	3,78	14,66	15,66	31,00	30,00	29	
	21—30 u. mehr geg. 4—6 Mm.	10	12	2,88	3,78	16,66	18,66	34,00	32,00	30	
	15—20 „ „ „ 4—6 „	10	12	2,88	3,78	16,66	18,66	36,00	34,00	32	
Schneideeisen.	Festes Eisen.	8	10	4,73	3,73	16,46	18,46	28,68	26,75		
Blech. Gewöhnliche Dimensionen.	6 Mm. u. mehr zu Kesseln.	15	20	5,44	4,85	25,29	30,29	40,00			
	3—5 Mm. zum Handel.		20	5,44	4,85		30,29	47,00			
	$1^1/_2$—$2^1/_2$ Mm. desgl.		25	5,44	4,85		35,20	49,00			
	1 Mm. und darunter.		30	5,44	4,85		40,29	53,00			
Blech. Aussergewöhnl. Dimensionen.	1,25 M. 1,50 M. 0,025 M.							45,00			
	1,10 „ 3,00 „ 0,025 „							47,00			
	1,00 „ 3,80 „ 0,0155 „							47,00			
	1,35 „ 2—3 „ 0,01—0,02 M.							47,00			

(à $1^1/_2$ Fr.), 352,56 Fr.; Diversa (Reissholz zum Anfeuern, Sand für die Oefen, Oel und Talg für die Werke, Besen etc.) 50 Fr.; Besoldungen und Arbeitslöhne (Aufseher, Magazinaufseher und Arbeiter, Schneidwerksmeister, Eisenträger, Sägenarbeiter, Kohlen- und Aschenträger, Walz- und Schweissofenarbeiter), für die 24 Stunden 253,44 Fr. Summa der Ausgaben 4095,75 Fr.

Producte. — 800 Kilogr. Brucheisen (abgeschittene Enden) à 14 Fr. die 100 Kilogr., 112 Fr.; 20000 Kilogr. Schneideeisen kosten daher 3983,75 Fr. oder die 100 Kilogr. 19,92 Fr.

Fertige Rails (Schienen). — Die vollständige Justirung der Rails, die Reparatur der dazu erforderlichen Werkzeuge, das Einladen in die Kähne oder auf die Wagen etc. kosten 4,60 Fr. oder 6,60 Fr., je nachdem sie rechtwinkelig oder schräg abgeschnitten sind. Davon ausgenommen sind die kleinen Parallelschienen von 6 bis 10 Kilogr., die schräg abgeschnitten sind, und 7 Fr. kosten; dieselben Schienen, rechtwinkelig abgeschnitten, welche 5,60 Fr. kosten; die Winkelschienen von 6 bis 10 Kil., rechtwinkelig abgeschnitten, die 5,60 Fr. kosten, und die Winkelschienen von 9 bis 16 Kil., die eingebohrte Löcher haben und 10,60 Fr. kosten.

Verkaufspreis profilirter Eisensorten auf 100 Kilogr.

Tyres	36 Fr.
Gewöhnliche Rails	26 „
Winkeleisen für Kessel	48 „
Gewalzte Arme für Waggon-Räder	40 „
Fensterrahmen	38 „

Bemerkungen. — Unter *speciellen Arbeitslöhnen* versteht man den gewöhnlichen Dienst der Oefen und Walzwerke, d. h. die Arbeitslöhne der Schweiss- und Walzarbeiter, der Geradrichter etc.

Das *Schneideeisen* wird in 100 Pfunden (46,72 Kilogr.) und nicht nach 100 Kilogr., wie die Tabelle angiebt, verkauft. Der Preis für 100 Kilogr. festes Eisen erster Qualität ist $13^1/_2$ Fr., der für festes Eisen zweiter Qualität $12^1/_2$ Fr., für Mitteleisen $11^1/_2$ Fr. und für mürbes Eisen $10^1/_2$ Fr.

Die zu gewissen Längen verlangten Eisensorten kosten $1^1/_2$ Fr. mehr die 100 Kilogr., ebenso die Stücke, welche schwerer als 100 Kilogr. sind. Die Preiserhöhung von $1^1/_2$ Fr. ist nach 50 Kil. Gewichtserhöhung. Die Zahlung wird der Hütte 4 Monate nach Empfang oder baar mit Abzug von $^1/_2$ Proc. Sconto für den Monat entrichtet. —

Reparaturkosten. Verbrauch an feuerfesten und gewöhnlichen Ziegelsteinen, Mörtel etc. mit den Arbeitslöhnen für die Ofenreparaturen des Betriebsjahres 1840—41 und während der ersten 9 Monate des Jahres 1841—42 auf 1000 Kilogr. producirte Rohschienen, so wie der Verbrauch an Diversen und an Arbeitslöhnen für die Schmiede, Tischler, Justirer, Zimmerleute etc., für Reparaturen und Unterhaltung der Werkzeuge und Walzwerke, ebenfalls auf 1000 Kilogr. Rohschienen vertheilt.

Betriebszeit.	Anzahl der 14 Tage.	Producirte Roh-schienen.	Ofenreparaturen.										Reparatur der Walzwerke und Werkzeuge.									
			Beträge.				Auf 1000 Kilogr.						Beträge.				Auf 1000 Kilogr.					
			Ziegel-steine etc.		Maurer-schichten.		Ziegelsteine etc.		Maurer-schichten.		Summa.		Diversa.		Schmiede etc.		Diversa.		Schmiede etc.		Summa.	
		Kilogr.	Fr.	C.	Fr.	C.	Fr.	C.	Fr.	C.	Fr.	C.	Fr.	C.	Fr.	C.	Fr.	C.	Fr.	C.	Fr.	C.
1840—1841	26	7,071.367	16,965	03	5,383	56	2	40	0	76	3	16	12,890	36	19,479	84	1	81	2	75	4	56
1841—1842	17	5,607.863	12,729	66	4,557	32	2	27	0	81	3	08	10,502	59	13,408	67	1	89	2	39	4	28

Bemerkungen. Unter *Diversen* versteht man hier: 1) die Pfannen und Hähne von Rothguss; 2) Stahl zu den Scheren, Hämmern und anderen Gezähen; 3) die Tischlerwerkzeuge; 4) das rohe und zugeschnittene Holz zu Keilen, Helmen etc., kurz alle zu den Reparaturen des sogenannten umgehenden Zeugs und der Gezähe angewendeten Materialien, mit Ausnahme der Ziegelsteine und der guss- und schmiedeeisernen Wechselstücke.

Zu den Reparaturkosten der Walzwerke gehören nicht die für das Abdrehen und die Erhaltung der Walzen, welche eine besondere Rechnung bilden.

Die Arbeitslöhne und die Diversa, welche in der vorhergehenden Tabelle aufgeführt worden sind, umfassen ebenso wenig die Arbeiten und Reparaturen, welche durch Ereignisse ausserhalb des Betriebs herbeigeführt worden sind, als Einsturz der Essen, Mauern, Bedachungen, das Platzen der Dampfkessel, den Bruch der Schwungräder etc.

In dem Betriebsjahre 1840—41 hat der Verbrauch an Ziegelsteinen, Mörtel etc., von den jedesmaligen 14 Tagen auf 1000 Kil. Rohschienen vertheilt, von 1,33 bis 15,28 Fr. variirt, und in den ersten 9 Monaten des Jahres 1841—42 von 1,02 bis 12,51 Fr. Die Arbeitslöhne für Maurer haben folgende respectiven Veränderungen erlitten: von 0,51 Fr. bis 7,24 Fr., und von 0,41 bis 10,13 Fr. Das gewöhnliche Arbeitslohn für die Schmiede etc. wie oben vertheilt, hat variirt während des Betriebsjahres 1840 bis 1841 von 1,38 bis 23,62 Fr., und während der ersten 9 Monate des folgenden Jahres von 1,39 Fr. bis 33,45 Fr. Endlich hat der Verbrauch an Diversis folgende Veränderungen gezeigt: Betriebsjahr 1840—41 von 0,13 bis 52,14 Fr.; Betriebsjahr 1841—42 von 0,41 Fr. bis 10,10 Fr. auf 1000 Kilogr. Rohschienen und auf 14 Tage.

Um die *Vortheile des Gaspuddelns* gegen den Herdfrischprocess hervorzuheben, theilen wir noch das Folgende mit. Das Gaspuddeln ist nämlich in manchen Gegenden, wohin Steinkohlen nur mit grossen Kosten geschafft werden können, das einzige Mittel, um den an und für sich vortheilhaftern Puddelprocess für den Herdfrischprocess anzuwenden, indem man zur Gaserzeugung Materialien verwenden kann, die sonst gar keinen Werth haben.

Zu Ilsenburg am Harz wurden in 38 Tagen des Jahres 1853 im Gasofen 1051 Ctr. 16 Pfd. Roheisen, und hiervon ausgebracht 896 Ctr. 23 Pfd. Puddeleisen, daher 85,2 Proc.

Dabei wurden an Brennmaterialien verbraucht:

232,100	Stück	Torf	à mille	22½ Sgr.
4962	Körbe	Tannenzapfen	à	1 „
359	„	Tannenrinde	à	1 „

Mithin betrug der Werth derselben für 1 Ctr. Puddeleisen 11 Sgr. 8,7 Pf.

Das Puddeleisen wird alsdann theils in dem Gasschweissofen, theils mit Steinkohlen in den *Siegen*'schen Schweissfeuern weiter zu Stabeisen verarbeitet, wobei noch durchschnittlich 10 Proc. Abbrand erfolgt. Der Brennmaterialaufgang ist bei den letzteren pro 1 Ctr. Stabeisen = ¾ Scheffel Oberkirchner Steinkohlen, welche 11 Sgr. 3 Pf. kosten.

Da nun bei der Verarbeitung zu Stabeisen 10 Proc. Eisenverbrand sind, so wird an Brennmaterialverbrauch im Ganzen

pro 1 Ctr. Stabeisen für

12 Sgr. 2,7 Pf. zum Puddeln,
11 „ 3,0 „ zum Schweissen.

Sa. 23 Sgr. 5,7 Pfd.

Diese vorzüglichen Resultate werden noch deutlicher zur Anschauung kommen durch den folgenden Kostenvergleich der Brennmaterialien bei der frühern Frischarbeit mit Holzkohlen zu Ilsenburg, und bei dem erst in neuester Zeit eingeführten Steinkohlenpuddelbetriebe auf der Blechhütte zu Thale am Vorharze.

Bei der frühern Frischarbeit zu Ilsenburg wurden aus altem Brucheisen und Ilsenburger Roheisen principienmässig 75 Proc. Stabeisen ausgebracht, mit einem Aufgang an 19,5 Kubikfuss Holzkohlen pro 1 Ctr. Stabeisen. 1 Fuder = 108 Kubikfuss kosten 11 Thlr., mithin ist der Kohlenaufgang pro 1 Ctr. Stabeisen = 1 Thlr. 29 Sgr. 7 Pf.

Bei dem neuerdings eingeführten Puddelbetriebe zu Thale ist, nach einer Mittheilung in der Berg- und Hüttenm. Zeitung, 1853, S. 349, der Brennmaterialverbrauch an englischen und hannoverschen Steinkohlen pro 1 Ctr. Puddeleisen 1 Thlr. — Sgr. 11 Pf., und da im Schweissfeuer 15 Proc. Eisenverbrand sind, so beträgt der Brennmaterialaufgang pro 1 Ctr. Stabeisen

1 Thlr.	2 Sgr.	11,8 Pf.	zum Puddeln,
— ,,	8 ,,	— ,,	zum Schweissen
Sa. 1 Thlr.	10 Sgr.	11,8 Pf.	

Hiernach kostet also an Brennmaterial 1 Ctr. Stabeisen

auf der Ilsenburger Hütte beim		*auf der Blechhütte* beim
Puddeln mit Gasen.	Frischen mit Holzkohlen.	Puddeln mit Steinkohlen.
23 Sgr. 5,7 Pf.	1 Thlr. 29 Sgr. 7 Pf.	1 Thlr. 10 Sgr. 11,8 Pf.

Achtes Capitel.

Die Stahlfabrikation.

Roh- oder Schmelzstahl-Fabrikation.

In *Westphalen* und in *Oberschlesien*, wo man graues Roheisen verwendet, sind die Betriebsresultate folgende: Zu einem preuss. Centner Rohstahl sind oft 40 preuss. Kubikfuss Kohlen erforderlich; sehr häufig erfolgen aus 3 Ctr. Roheisen 2 Ctr. Rohstahl, bei besserm Roheisen aus 7 Ctr. Roheisen 5 Ctr. Stahl, bei sehr gutem aus 4 Ctr. 3 Ctr. Wöchentlich werden in einem Feuer 25 Ctr. Rohstahl erzeugt.

Im *Siegen*'schen verarbeitet man Spiegeleisen, und erhält aus 100 Pfd. 75 bis 73 Pfd. Rohstahl, wovon 75 bis 76 Proc. Edelstahl und 25 bis 24 Proc. Mittelkühr. Zu 100 Pfd. Rohstahl sind

etwa 17 Kubikfuss Kohlen von hartem Holz erforderlich, und ein Feuer liefert wöchentlich 40 bis 50 Ctr.

Bei der *steyerschen Rohstahlarbeit* beträgt der Abgang 9 bis 10 Proc. Man verbraucht zu 100 Pfd. Stahl 24 bis 25 Kubikfuss Fichtenkohlen, und man erzeugt in einem Feuer wöchentlich etwa 60 Ctr. Aus 100 Ctr. Roheisen erhält man 60 Ctr. Roh- oder Edelstahl, 20 Ctr. Mockstahl, 6 Ctr. Hammereisen, 4 Ctr. Rohmittelzeug und 10 Ctr. Eisenverlust.

Bei der *kärnthnerischen Rohstahlarbeit* beträgt die wöchentliche Production eines Stahlfeuers in 30 bis 35 Ctr. Der Kohlenververbrauch beträgt auf 100 Pfd. fertigen Rohstahlen 50 Kubikfuss, der Eisenabgang im Durchschnitt 25 Proc. $^3/_4$ von dem erzeugten Product ist reiner Stahl und $^1/_4$ eisenschüssiger.

Bei der *paalerischen* Stahlarbeit beträgt der Kohlenverbrauch auf 100 Pfd. 80 Kubikfuss, der Abgang 15 bis 20 Proc.

Von der erst neuerlich eingeführten *Puddelstahl-Fabrikation* fehlt es noch an Betriebsresultaten; jedoch erhält man dabei einen geringern Stahl mit weniger Kosten.

Beim *Raffiniren* oder *Gerben* beträgt der Abgang 7 bis 12 Proc. und der Brennmaterialaufwand beträgt auf 100 preuss. Pfunde raffinirten Stahl 3 bis $3^1/_2$ Kubikfuss Steinkohlen. In Steyermark berechnet man beim Raffiniren des Stahls gewöhnlich 8 Proc. Abgang und 30 bis 35 Kubikfuss Kohlen von weichen Hölzern auf 100 Pfd. raffinirten Stahl.

Cement- oder Brennstahl-Bereitung.

Le Play hat eine empirische Formel angegeben, mit deren Hülfe man sehr annähernd die Dimensionen der Kästen für die Oefen berechnen kann, deren Einsatz zwischen 10000 und 240000 Kilogr. 200 und 480 Ctr. schwankt. P y bezeichnet den ganzen Einsatz in Kilogr.; v, l, e bezeichnen respective das innere Volum, die Länge und die Breite des Kastens.

$$v = 0{,}000178\ P.$$

$$l = 0{,}31\ \sqrt[3]{P.}$$

$$e = 0{,}032\ \text{Meter}\ \sqrt[3]{P.}$$

Für einen Ofen, der 18000 Kilogr. Eisen aufnehmen soll, sind die beobachteten Dimensionen folgende:

v = 3,138 Kubikmeter = 1020 Kubikfuss,
l = 3,41 Meter = 11 Fuss 2 Zoll,
e = 0,86 „ = 2 „ 10 „

Für einen Ofen, der nur 10000 Kilogr. Eisen aufnimmt, hat die Beobachtung folgende Dimensionen ergeben:

v = 1,764 Kubikmeter = 572 Kubikfuss,
l = 2,80 Meter = 9 Fuss 3 Zoll.
e = 0,70 „ = 2 „ 3 „

Der Raum zwischen zwei parallel in einem Ofen stehenden Kästen ist nach dem Gewicht der Ladung verschieden, und kann durch die Formel

$$e = 0{,}0176 \text{ Meter } \sqrt[3]{P}$$

ausgeführt werden.

Ein Cementirofen kann jährlich höchstens 20 Mal betrieben werden. Eine Stahlhütte in Yorkshire von mittler Grösse enthält 3 Oefen, die so eingerichtet sind, dass sie drei verschiedene Ladungen aufnehmen können, nämlich einer 12 bis 15000 Kilogr. (240 bis 300 Zollctr.), ein zweiter 15 bis 18000 Kilogr. (300 bis 360 Ctr.) und ein dritter 18 bis 22000 (360 bis 440 Ctr.), so dass die ganze Hütte jährlich etwa 20000 Zollctr. produciren kann.

Die Productionskosten auf 100 Kilogr. Cementstahl betragen nach den Angaben von *Le Play*:

An Betriebskosten.

Für 99,1 Kilogr. schwedisches Dannemoraeisen, 18 Liv. Sterl. die Tonne oder 45 Fr. die 100 Kilogr.	44	Fr.	60	Cent.
Holzkohlen 5,5 Kilogr., die 100 Kilogr. 5,40 Fr.	—	„	30	„
Steinkohlen 75,0 „ „ „ „ 1,06 „	—	„	80	„
Arbeitslöhne 0,20 Schichten à 3,62 Fr. . . .	—	„	72	„
	46	Fr.	42	Cent.

Generalkosten.

Anlagecapital, Pacht für die Hütte, oder Zinsen vom Capital zu 5 Proc.	—	„	42	„
Betriebscapital: Zinsen zu 6 Proc.	—	„	7	„
Unterhaltung der Materialien: Ziegelsteine, Lehm, Eisen zu Gezähne, Arbeitslöhne	—	„	30	„
Direction und Aufsicht: ohne weitere Kosten von dem Werkmeister ausgeführt	—	„	—	„
Verschiedene Kosten, als Steuern, Porto, Bureaukosten etc.	—	„	19	„
Gewinn	—	„	73	„
	48	Fr.	13	Cent.

Gussstahl.

Die nachstehend aufgeführten Productionskosten beziehen sich auf eine Gussstahlfabrik in Yorkshire, in welcher aus geliefertem rohem Cementstahl der Gussstahl bereitet wird. Diese Hütte hat 10 Oefen im steten Betriebe und liefert wöchentlich 80 Centner Gussstahl.

Fabrikationskosten für 100 Kilogr. Gussstahl.	Materialienverbrauch und Tagarbeit.	Werth des Materials und der aufgewendeten Tagarbeit.	
		Theilwerth.	Totalwerth.
	Kilogr.	Fr.	Fr.
Roher Cementstahl	102,7	—	
Koaks, 1,65 Frs. für 100 Kilogr. . . .	325,0	5,36	
Tiegel: 108 Stück wöchentlich, welche folgende Kosten verursachen:			
Thon von Stourbridge 519 Kil. 31,19 Fr.			
Thon von Stannington 559 „ 17,33 „			
Thon für Untersetzer und Deckel . . . 450 „ 13,95 „			
1528 Kil. 62,47 Fr.			
Handarbeit: 1 Arbeiter wöchentlich, zu 1 Schilling 6 Pence täglich . . . . 32,77 Fr.			13,63
Verschiedene andere Kosten: für Gehülfen, Formen der Untersätze und Deckel, Oel zum Formen, die Formen selbst . 17,56 „			
112,80 Fr.	29,1	2,84	
Materialien zur Unterhaltung der Oefen durch eine Woche	225,0	1,08	
Handarbeit beim Schmelzen und Unterhaltung der Oefen, 3,07 Fr. pr. Tag . .	1,23 Tag	3,78	
Nebenarbeiten	—	0,37	
General-Kosten:			
Anlage-Capital: Miethe der Hütte oder Interessen des Capitals 5 Proc. . . .	—	0,94	
Betriebs-Capital: Interessen 6 Proc. . .	—	0,33	
Unterhaltung der Werkzeuge, Giessformen, Schürstangen, Koakskörbe und dergl. .	—	0,44	7,45
Verschiedene Auslagen für Patente, Postporto, Kanzlei etc.	—	0,62	
Gewinn	—	5,12	
		Totalsumme	21,08

Druck von C. E. Elbert in Leipzig.

Zweite Serie:

(Populaire Lehrbücher.)

Erster und zweiter Band: **DAS BUCH DER GEOLOGIE oder die Wunder der Erdrinde und der Unterwelt.** Naturgeschichte der Erde in allgemein verständlicher Darstellung für alle Freunde dieser Wissenschaft, mit Berücksichtigung der Jugend, unter Benutzung von „Jukes' popular Geology" bearbeitet von *einem alten Geologen.* Durchgesehen und mit einer Einleitung begleitet von *C. C. Ritter von Leonhard,* Grossherzogl. Bad. Geh. Rath und Professor an der Universität zu Heidelberg. Mit 18 Buntdrucktafeln und 175 in den Text eingedruckten Abbildungen. 24 Bogen. *Subscriptionspreis* 2 Thlr.

Das vorliegende Werk hat den wesentlichen Zweck, die erhabene Wissenschaft der Geologie einerseits auf strengen wissenschaftlichen Grundlagen, andererseits aber allgemein verständlich und mit trefflichen Holzschnitten und Buntdrücken illustrirt, und daher wahrhaft malerisch, darzustellen. Es wird daher weder von dem eigentlichen Wissenschaftsmann, dem es um eine gedrängte Uebersicht des praktischen Theils der Geologie zu thun ist, noch von dem grössern Publicum, welches nach Erweiterung seiner Anschauungen strebt, noch von Schulmännern und der wissbegierigen Jugend unbefriedigt aus der Hand gelegt werden. Wir leben in einer Zeit, in der man hinreichend erkannt hat, dass nicht allein die classische Literatur der Alten, sondern vorzugsweise auch die Naturwissenschaften zur wahren Geistes- und Herzensbildung führen. Mit dem Hammer in der Hand und das vorliegende Werkchen in der Tasche, in seinen Freistunden Berg, Hügel, Thal und Flachland durchwandernd, wird der strebsame Jünger der Geologie den Boden, so wie den Bau des Planeten kennen lernen, den er bewohnt; er wird bei einigem Nachdenken auch auf diesem Wege zu der Ueberzeugung gelangen, dass die stete Veränderlichkeit der Erdoberfläche und die Ewigkeit genau mit einander verbundene Begriffe sind. — Der erste Band handelt von allgemeinen physikalischen Verhältnissen der Erde, von den Gesteinen, von den Veränderungen der Erdoberfläche durch Wasser, Luft und Feuer, so wie von den Lagerungsverhältnissen der Felsarten; der zweite Band dagegen beschäftigt sich mit den verschiedenen Gebirgsformationen, aus denen die Erdrinde besteht, ihrem Mineralcharakter und ihren Versteinerungen, Alles durch die trefflichsten Abbildungen illustrirt, so dass jedes Verhältniss klar und deutlich hervortritt. — Mit Wahrheit glaubt der Verleger behaupten zu können, dass ein solches Buch für einen so billigen Preis, gleich gediegen, malerisch und elegant, noch gar nicht existirt.

Dritte Serie:

(Praktische Handbücher.)

Erster Band: **Die Schule des Zeichners.** Praktische Methode zur Erlernung des Zeichnens für Schulen und zum Selbstunterricht, insbesondere für ausübende Künstler im Fache des Stahl- und Kupferstichs, der Lithographie und des Holzschnitts.

Inhalt:

I. Erste Anfangsgründe. II. Einfache Körper. III. Von der Beleuchtung (Schattiren). IV. Raumzeichnen und Ornamente. V. Landschaftszeichnen. VI. Figurenzeichnen. VII. Thierzeichnen. VIII. Perspective. IX. Die Lehre vom Licht und Schatten. X. Der Holzschnitt. XI. Der Kupferstich. XII. Die Lithographie. XIII. Die Glyphographie.

Herausgegeben von Dr. *L. Bergmann.* Mit mehr als 300 in den Text gedruckten Abbildungen als Vorlegeblätter und zur Veranschaulichung. 14 Bogen. 1 Thlr.

Für Geschäftsleute.

Rothschild, L. — Taschenbuch für Kaufleute, insbesondere für Zöglinge des Handels. Enthaltend das Ganze der Handelswissenschaft in gedrängter Darstellung. Vierte durchgesehene und sehr vermehrte Auflage. Herausgegeben von *Ludwig Fort*, Lehrer der Handelswissenschaften. Elegant geheftet $1^1/_3$ Thlr. — In elegantem englischem Einband $1^2/_3$ Thlr.

Es soll dieses Buch ein Vademecum für jeden Kaufmann sein; für den strebsamen Jünger des Handelsstandes ein Leitfaden für das geschäftliche Leben; dem selbstständigen und erfahrenen Kaufmann als ein Wegweiser bei so mancherlei Vorkommnissen des Verkehrs dienen, bei denen die Praxis allein nicht ausreicht, und wo Kenntnisse, die nicht ein Jeglicher zu erwerben Gelegenheit hatte, vorausgesetzt werden. Das Buch eignet sich bei seiner zweckdienlichen und eleganten Ausstattung ganz besonders zu Festgeschenken an Jung und Alt.

Verlag von **A. Büchting** in Nordhausen. In allen Buchhandlungen ist zu haben:

Busch, A., die Organisation und Buchführung des **Eisengiesserei-** und **Maschinenbau-Betriebes.** Nebst einem Anhange der wichtigsten Hülfstabellen zur Berechnung der beim Giesserei- und Maschinenbau-Betriebe vorkommenden Gegenstände. gr. 8. 1854. geh. 1 Thlr. 5 Sgr.

Dieses Buch wurde in sämmtlichen hüttenmännischen Zeitschriften äusserst günstig beurtheilt und zur Anschaffung empfohlen.

Feldberg, Dr. med. **F. M.** — **Hülfe Allen, die am Gehör leiden.** Ein Wort über Dr. Pinter's Heilmethode. — In den meisten Fällen steht *Genesung* bei richtigem Gebrauch des hier Gesagten in sicherer Aussicht allen Leidenden an:

I. Gänzlicher Taubheit, entstanden durch Erkältung, Schreck, hitzige u. sonstige Krankheiten, schwere Entbindungen u. s. w.

II. Hart- und Schwerhörigkeit, hervorgerufen nach überstandenen Krankheiten durch Nervenfehler, Krämpfe, Erschütterungen u. s. w.

III. Ohrenflüssen, Polypen etc. als Folge verhärteten Ohrenschmalzes, Ausschlag am Gehörorgane, Einkriechen von Insecten u. s. w.

IV. Sausen, Brausen, Klingen und sonstigen Schwächen des Gehörs bei vorgerücktem Alter u. s. w.

Zwölfte, mehrfach durchgesehene Auflage. geh.
Preis 7½ Sgr. = 27 Xr.

Der Darmkanal. Von Dr. **H. Scheltz.** — Der Sitz der grössten Uebel, als: **der Hypochondrie, der Gicht, der Migräne, der Lungen- und Verdauungsschwäche, der Blähungen, der Hämorrhoiden und vieler anderer Unterleibskrankheiten; und die Ausrottung, sowie Verhütung derselben.** Mit Bezugnahme auf Dr. *M. Strahl's* Schrift: *„Die wahre Ursache der habituellen Leibesverstopfung."* 5 Sgr.

Es dürfte nur wenige Menschen geben, welche nicht zu irgend einer Zeit ihres Lebens die Unbequemlichkeiten kennen gelernt hätten, welche aus der Verstopfung entstehen. Die Verstopfung macht den Geist unfähig, lähmt den Körper, versenkt das Gemüth in Schwermuth und erzeugt ein so allgemeines Unbehagen, dass Der, welcher damit behaftet ist, sich bald alle Freuden des Lebens verbittert sieht.

Wie selten wissen unsere ärztlichen Beistände Rath, wenn weder Bewegung, noch Wasser, noch ihre Recepte zu den gewünschten Erfolgen führen! Um so dankbarer müssen wir einem Manne sein, der sich die Mühe zwanzigjähriger Arbeit nicht hat verdriessen lassen, um den Ursachen dieser Störungen auf den Grund zu kommen, und welcher so glücklich gewesen ist, ein Heilverfahren zu entdecken, welches, wenn es auch nicht immer das eingewurzelte Uebel vollständig hebt, die nachtheiligen Folgen desselben doch gänzlich beseitigt.

Den Beweis dieser Behauptung möge man in der vorliegenden kleinen Brochure nachlesen.

Im Verlage der **Schweiger**'schen Buchhandlung in Clausthal ist erschienen und durch alle Buchhandlungen zu beziehen:

Handbuch zum Bestimmen der Mineralien auf dichotomischem Wege nach *Dufrenoy's* Traité de Minéralogie. Mit Vorwort von Bergrath Dr. *Chr. Zimmermann.* Nebst 240 Abbildungen. 1 Thlr.

Der von *Dufrenoy* zum Bestimmen der Mineralien gewählte Weg hat in und ausserhalb Frankreich so viel Beifall gefunden, dass obige Arbeit namentlich den Anfängern in der Mineralogie gewiss recht sehr empfohlen werden darf; ausser einer Uebersetzung des Originals giebt sie die Charaktere fast aller bekannten Mineralspecies, die Abbildung von 240 Krystallen, *Beudant*'s Anleitung, die Bestandtheile von Mineralien zu bestimmen, eine Tabelle für Löthrohrversuche, eine Zusammenstellung der Mineralien nach *Beudant*, ein natürliches System der Mineralspecies und eine Charakteristik und Reihenfolge der Gebirgsarten.

Das gewählte Format macht das Buch zu einem bequemen Begleiter auf Reisen.

Bücher für Haus und Familie aus dem Verlag von **Otto Spamer** in Leipzig.

Deutsche Familienblätter. — (Auszug aus der Novellenzeitung.) — Erzählungen, Geschichten und Bilder aus dem Leben, der Natur und der Gesellschaft. In Beiträgen von *C. v. Holtei, L. Bechstein, J. Ranck, E. Monecke, R. Giseke, A. Schlönbach, A. Bölte, Mor. Lusch, Fr. Gerstäcker, M. Solitaire, Ernst Ritter, Jégor von Sievers, A. Viedert, H. Zeise u. A.*

Jährlich 2 Bände (12 Hefte von je 4 Bogen in hoch 4.) sammt Umschlag, 624 Seiten. Erschienen Bd. I—IV. à 1⅓ Thlr.

Bei diesem Preise und ihrer gediegenen Ausstattung ist diese reichhaltige Zeitschrift entschieden das billigste Unterhaltungsblatt der Gegenwart, denn ihre Anschaffung erfordert eben nur eine Ausgabe von monatlich 7½ Sgr., welche für ein so gediegenes Blatt zu bestreiten auch dem weniger Bemittelten möglich ist. — Als Zeugniss für seine Reichhaltigkeit führen wir an, dass ein Jahrgang der Familienblätter so viel Unterhaltungsstoff bietet, als sonst **20** gewöhnliche Romanbände.

Buch, das, der Erziehung für denkende Frauen. Eine Mitgabe für's Leben. Den glücklichen Müttern eines neuen Geschlechts gewidmet. Miniaturausgabe. Eleg. cartonnirt 20 Sgr. — In elegantem englischem Einband mit Goldschnitt 1 Thlr.

Im Heiligthume der Familie ruhen die Grundpfeiler des Wohles der Menschheit, und die Mutter ist die Priesterin dieses Heiligthumes. Sie ist es, die der Zukunft ein neues Geschlecht zuführt. An ihrem Herzen erblüht die kleine Kinderseele, unter ihren Augen, ihrer Leitung soll sich das junge Leben entfalten. Für das heilige Werk der Erziehung den Müttern als Freund und stiller Berather zur Seite zu stehen, ihnen das Gediegenste aus dem Schatze von Lehren und Regeln für die häusliche Erziehung ihrer Kinder in kürzester und übersichtlicher Weise darzustellen, ist der Zweck dieses Büchleins, welches Lichtstrahlen aus den Werken unserer gefeiertsten Pädagogen über Erziehung und den hohen Beruf der Mütter enthält.

